



Proyecto aplicado.

**Identificación e implementación de un producto orgánico mineral líquido aplicado al cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60.**

Presentado por:

**Oscar Andrés Puentes Mena.**

Código: 14.801.950

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Palmira, 2018



Proyecto aplicado.

**Identificación e implementación de un producto orgánico mineral líquido aplicado al cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60.**

Presentado por:

**Oscar Andrés Puentes Mena.**

Código: 14.801.950

Trabajo de grado para optar al título de agronomía.

Dirigido por:

**Milton Cesar Ararat Orozco**

Ingeniero Agrónomo *Ph. D.*

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Palmira, 2018

“La escuela y los jurados de la tesis no se  
harán responsables de las Ideas emitidas  
por el autor”

**Artículo 24, resolución 04 de 1974**

### **Dedicatoria:**

A Dios el creador de todo lo que vemos, sentimos y pensamos, porque sin él no sería posible el cumplimiento de mis metas familiares y personales.

A mi querida madre María Elsa Mena Díaz y mi hermana Adriana María Guzmán Mena, por enseñarme el verdadero valor de compartir, el amor y a luchar por los sueños más profundos sin hacerle daño a los semejantes.

### **Agradecimientos:**

Al Doctor Milton Cesar Ararat Orozco, por el apoyo y guía durante el proceso de ejecución y manifestación del presente trabajo de grado aplicado, donde sus pautas y puntos de vista brindaron un enfoque apropiado para exponer los datos finales de la investigación.

A Luis Fernando Monedero por el apoyo recibido para la realización de esta investigación y por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente utilizando sus cultivos de Arroz ubicados en el departamento del Tolima.

A los tutores de la universidad nacional abierta y a distancia (UNAD) Cead Palmira, María del Carmen Garcés, María del Pilar Romero, Manuel Emilio Gómez Candel, por el apoyo recibido durante la etapa electiva de la carrera y la información brindada sobre el tema relacionado con la propuesta del trabajo de grado aplicado.

Al grupo de tutores del centro latinoamericano de especies menores SENA CLEM del municipio de Tuluá que imparten cátedra a los estudiantes de agropecuaria en producción ecológica, por toda la información suministrada para llevar a cabo la investigación en el cultivo de arroz.

A usted, estimado(a) lector(a).

## Resumen.

La evaluación sirvió como guía para identificar parámetros importantes durante el proceso de obtención de un producto orgánico-mineral líquido en diversas etapas de manufactura, como la recepción de las materias primas, método de fabricación, presentación final y composición química evidenciada en una serie de tablas y figuras que ilustran la importancia de cada fase productiva. Esto con el fin de ser utilizado posteriormente en campo con la intención de determinar características de rendimiento de un cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60, como espigas por  $\text{m}^2$ , grano total por  $\text{m}^2$ , grano lleno por  $\text{m}^2$  y porcentaje de grano vano por  $\text{m}^2$ .

La evaluación se realiza en el municipio de Piedras del departamento del Tolima en la finca las cabras, con el propósito de evaluar dos productos orgánicos-minerales líquidos, donde uno de ellos es elaborado a partir de vinaza concentrada al 50% de sólidos totales y que contiene una cantidad apreciable de carbono orgánico oxidable, en combinación con materias primas que poseen los elementos mayores primarios como el nitrógeno (N), Potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) y fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) respectivamente. Siendo posteriormente utilizados estos productos orgánicos-minerales líquidos en un lote sembrado con una especie de arroz de ciclo corto, manejando una extensión total de 20.8 hectáreas provistas de una fuente de agua óptima para las labores agrícolas de esta naturaleza.

Las pruebas en campo dieron inicio después de la caracterización del producto orgánico-mineral líquido y la división del lote destinado para la investigación en tres módulos de siembra. Donde el producto caracterizado y que contiene la vinaza concentrada al 50% de sólidos totales, fue destinado para realizar el tratamiento de una de las zonas dispuestas para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60. Luego se determinó un segundo tratamiento con un producto agrícola orgánico-mineral comercial similar al caracterizado y que su uso es muy común en la zona de influencia por parte de los arroceros del sector. Finalmente, los dos tratamientos nombrados anteriormente se evaluaron con un testigo que es básicamente el tratamiento que utiliza generalmente el agricultor en sus cultivos. Hay que tener en cuenta que se realizaron tres tratamientos a cada módulo de siembra y en diferentes etapas del cultivo con el fin de fortalecer el desarrollo.

El planteamiento investigativo y la extensión de siembra fue delimitada con banderas para identificar el área utilizada por cada tratamiento, esto facilitó no solamente las aplicaciones foliares sino también la parte determinante del proceso como las observaciones y la toma de las muestras

en campo, que fueron registradas y analizadas estadísticamente para comprender las variables de respuestas por medio de la evaluación básica de rendimiento y el análisis de varianzas. Con la intención de interpretar y comparar la eficacia de cada procedimiento planificado por la investigación y así establecer cuál es el tratamiento foliar que presento mejor comportamiento al final de la etapa de maduración del cultivo de arroz.

**Palabras claves:** Evaluación; Rendimiento; Tratamientos foliares; Fertilización orgánica mineral.

### **Abstract.**

The research served as a guide to identify important parameters during the process of obtaining an organic-liquid mineral product in various stages of manufacture, such as the receipt of raw materials, manufacturing method, final presentation and chemical composition evidenced in a series of tables and figures that illustrate the importance of each productive phase. This in order to be used later in the field with the intention of determining performance characteristics of a rice crop (*Oryza sativa*) variety Fedearroz 60, as ears per  $\text{m}^2$ , total grain per  $\text{m}^2$ , full grain per  $\text{m}^2$  and percentage of vain grain by  $\text{m}^2$ .

The investigation is carried out in the municipality of Piedras of the department of Tolima in the Las Caras farm, with the purpose of evaluating two organic-liquid mineral products, where one of them is elaborated from vinasses concentrated to 50% of total solids and that It contains an appreciable amount of oxidizable organic carbon, in combination with raw materials that possess the primary major elements such as nitrogen (N), potassium ( $\text{K}_2\text{O}$ ) and phosphorus ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) respectively. These organic-liquid mineral products are subsequently used in a batch planted with a short-cycle rice species, handling a total area of 20.8 hectares with an optimum source of water for agricultural work of this nature.

The field tests began after the characterization of the organic mineral-liquid product and the division of the batch destined for the investigation in three modules of sowing. Where the product characterized and containing the vinasse concentrated 50% of total solids, was intended to perform the treatment of one of the areas arranged for the cultivation of rice (*Oryza sativa*) variety Fedearroz 60. Then a second treatment with a product was determined agricultural organic-mineral commercial similar to the one characterized and that its use is very common in the zone

of influence on the part of the rice farmers of the sector. Finally, the two treatments named above were evaluated with a control that is basically the treatment that the farmer usually uses in his crops. It must be borne in mind that three treatments were carried out for each planting module and in different stages of the "age" crop in order to strengthen the development.

The investigative approach and the extension of sowing delimited with flags to identify the area used for each treatment, facilitated not only the foliar applications but also the determining part of the process such as the observations and the taking of the samples in the field, which were recorded and analyzed. Statistically to understand the response variables by means of the basic evaluation of performance and the analysis of variances. With the intention of interpreting and comparing the effectiveness of each procedure planned by the investigation and thus establishing which is the foliar treatment that presented the best behavior at the end of the maturation stage of the rice crop.

**Key words:** Evaluation; Yield; Foliar treatments; Mineral organic fertilization.



## Tabla de contenido.

1	Introducción.....	15
2	Justificación.....	17
3	Objetivos.....	19
3.1	Objetivo general.....	19
3.2	Objetivos específicos.....	19
4	Planteamiento del problema.....	20
5	Marco teórico.....	21
5.1	Productos orgánicos-minerales.....	22
5.2	Materia prima para productos orgánicos-minerales.....	25
5.3	Productos orgánicos enriquecidos.....	25
5.4	Características del cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.....	26
5.5	Elementos esenciales para el desarrollo del cultivo de arroz.....	29
5.5.1	Nitrógeno (N).....	29
5.5.2	Potasio (K).....	30
5.5.3	Fosforo (P).....	30
5.6	Parámetros fisiológicos.....	31
5.6.1	Características funcionales de la espiga de arroz.....	31
5.6.2	Características funcionales del grano de arroz.....	32
5.6.3	Grano vano en el arroz.....	33
6	Metodología.....	35
6.1	Localización.....	35
6.1.1	Finca: Las Cabras.....	36
6.1.2	Limites.....	36
6.1.3	Hidrología.....	36
6.1.4	Climatología.....	37
6.2	Propuesta de producto orgánico-mineral elaborado con vinaza.....	37
6.3	Método para obtener el producto orgánico-mineral líquido.....	38
6.3.1	Concentración de vinazas (Stock fermentativo).....	38
6.3.1.1	Análisis de estabilización de la vinaza concentrada.....	39
6.3.2	Protocolo de elaboración del producto orgánico-mineral líquido.....	40
6.3.2.1	Recepción de la materia prima.....	43

6.3.2.2	Fabricación del producto orgánico-mineral líquido.....	44
6.3.2.3	Empacado del producto orgánico-mineral líquido.....	44
6.3.2.4	Etiquetado y corrugado (caja de cartón) del producto orgánico-mineral líquido. 45	
6.4	Método para la evaluación del producto en el cultivo de arroz. ....	47
6.4.1	Montaje de las pruebas en campo. ....	47
6.4.2	Aplicaciones foliares en el cultivo de Arroz.....	48
6.4.2.1	Tratamiento 1, en el cultivo de arroz.....	49
6.4.2.2	Tratamiento 2, en el cultivo de arroz.....	49
6.4.2.3	Testigo utilizado en el cultivo de arroz. ....	49
6.4.3	Dosificación del producto utilizado en el cultivo de arroz. ....	50
6.4.4	Condiciones favorables para realizar aplicaciones. ....	52
6.4.5	Actividades para recolectar los datos en el cultivo de arroz. ....	55
6.4.6	Toma de muestras en el cultivo de arroz. ....	55
7	Resultados.....	61
7.1	Análisis de resultados del primer objetivo. ....	61
7.1.1	Caracterización química de las vinazas y el producto orgánico-mineral líquido. ..	63
7.1.2	Interpretación de los análisis de estabilización de la vinaza líquida y concentrada. 68	
7.2	Análisis de resultados del segundo objetivo. ....	71
7.2.1	Datos individuales encontrados en el cultivo de arroz.....	71
7.2.2	Comprensión inicial de los datos individuales del cultivo de arroz.....	73
7.2.3	Comparación gráfica de las variables de respuesta en el cultivo de arroz.....	74
7.2.4	Datos estadísticos de rendimiento.....	78
7.2.4.1	Análisis de las variables encontradas de espigas por $mt^2$ .....	78
7.2.4.2	Análisis de las variables encontradas de grano lleno (g) por $mt^2$ .....	81
7.2.4.3	Análisis de las variables encontradas de grano vano (g) por $mt^2$ .....	83
7.2.5	Análisis externos de la variedad de semilla de Arroz Fedearroz 60. ....	86
8	Conclusiones.....	91
9	Recomendaciones. ....	92
10	Referencias bibliográficas. ....	93
11	Anexos. ....	96

## Índice de tablas.

Tabla 1. Parámetros de un producto orgánico-mineral sólido. ....	22
Tabla 2. Parámetros de un producto orgánico-mineral líquido.....	24
Tabla 3. Características importantes del Arroz.....	27
Tabla 4. Tres fases de desarrollo en un cultivo de arroz.....	29
Tabla 5. Código de identificación del producto Stock fermentativo. ....	39
Tabla 6. Ingredientes para fabricar el producto orgánico-mineral líquido. ....	41
Tabla 7. Equipos para fabricar el producto orgánico-mineral líquido. ....	42
Tabla 8. Primera aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60. ....	51
Tabla 9. Segunda aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60. ....	51
Tabla 10. Tercera aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.....	52
Tabla 11. Caracterización química de las vinazas líquidas y concentradas (Materia prima inicial para la modificación con aditivos).....	64
Tabla 12. Caracterización química del producto orgánico-mineral líquido para la aplicación en campo.....	65
Tabla 13. Datos de producción de biogás (actividad metanogénica específica) de la vinaza líquida y concentrada. ....	69
Tabla 14. Datos individuales del grano de arroz del Tratamiento 1. ....	71
Tabla 15. Datos individuales del grano de arroz del Tratamiento 2. ....	72
Tabla 16. Datos individuales del grano de arroz Testigo protocolo de la finca.....	73
Tabla 17. Comprensión de los datos individuales. ....	74
Tabla 18. Resumen de las variables encontradas de espigas por $mt^2$ . ....	78
Tabla 19. Análisis de Anova y Tukey para las variables encontradas de espigas por $mt^2$ . ....	79
Tabla 20. Datos finales para la variable encontrada de espigas por $mt^2$ .....	80
Tabla 21. Resumen de las variables encontradas de grano lleno (g) por $mt^2$ . ....	81
Tabla 22. Análisis Anova y Tukey para la variable encontrada de grano lleno (g) por $mt^2$ .....	81
Tabla 23. Datos finales para la variable encontrada de grano lleno (g) por $mt^2$ .....	83
Tabla 24. Resumen de las variables encontradas de grano vano (g) por $mt^2$ .....	83
Tabla 25. Análisis Anova y Tukey para la variable encontrada de grano vano (g) por $mt^2$ .....	84
Tabla 26. Datos finales para la variable encontrada de grano vano (g) por $mt^2$ .....	85
Tabla 27. Rendimiento de variedades de Fedearroz en el Tolima. ....	86
Tabla 28. Rendimiento de variedades de Fedearroz en los llanos de Colombia.....	88
Tabla 29. Rendimiento de grano lleno ( $g/mt^2$ ) de los tratamientos y otras investigaciones externas.....	89

## Índice de figuras.

Figura 1. Fases de crecimiento para variedades de maduración temprana. ....	28
Figura 2. Estructura morfológica de la panícula.....	32
Figura 3. Estructura interna y externa del grano de arroz.....	33
Figura 4. Ubicación de la Finca Las Cabras, Municipio de Piedras - Tolima .....	35
Figura 5. Forma física de la propuesta del producto fertilizante orgánico-mineral presentación 20 Litros.....	38
Figura 6. Sistema anaeróbico para realizar el análisis de Actividad Metanogénica Especifica ...	40
Figura 7. Pirámide de etapas de producción del producto orgánico-mineral líquido. ....	43
Figura 8. Forma física de la propuesta del producto fertilizante orgánico-mineral presentación en cajas .....	46
Figura 9. Cultivo de arroz variedad Fedearroz 60, señalado con banderas para identificar las fronteras de los tratamientos.....	48
Figura 10. Maquina sembradora de semilla para el cultivo de arroz .....	50
Figura 11. Preparación de la mezcla con el producto orgánico-mineral para el cultivo de arroz. Foto: Tomada en el municipio de Piedras - Tolima .....	53
Figura 12. Carga del tanque de almacenamiento de la avioneta con la mezcla lista para aplicar.	53
Figura 13. Aplicación foliar en el cultivo de arroz investigado en la finca las cabras. ....	54
Figura 14. Diagrama de actividades para obtener los datos y resultados .....	55
Figura 15. Toma de muestras de arroz con estopas de polipropileno.....	56
Figura 16. Zonas donde se recolectaron las muestras por $mt^2$ de arroz.....	56
Figura 17. Conteo y desgrane de espigas.....	57
Figura 18. Clasificación del grano lleno y grano vano .....	58
Figura 19. Platos clasificadores de arroz .....	59
Figura 20. Pesaje con balanza de los granos de arroz.....	59
Figura 21. Diagrama ilustrado de procesos de concentración de vinazas.....	61
Figura 22. Diagrama ilustrado de procesos del producto orgánico-mineral líquido.....	62
Figura 23. Gráfico comparativo del carbono orgánico oxidable total .....	66
Figura 24. Gráfico comparativo del Nitrógeno total.....	66
Figura 25. Gráfico comparativo del Fosforo soluble en agua.....	67

Figura 26. Gráfico comparativo del Potasio soluble en agua .....	68
Figura 27. Gráfico de producción de biogás de la vinaza líquida y concentrada .....	70
Figura 28. Gráfico que identifica el porcentaje de grano vano.....	75
Figura 29. Gráfico que identifica el promedio de espigas por $mt^2$ .....	76
Figura 30. Gráfico que identifica el promedio de grano lleno por $mt^2$ .....	77
Figura 31. Gráfico de rendimiento de grano lleno ( $g/mt^2$ ) de los tratamientos y otras investigaciones externas .....	90

## Índice de Anexos.

Anexo 1. Ficha técnica de Biocel Foliar.....	96
Anexo 2. Ficha técnica del fertilizante orgánico-mineral Potenci-NPK.....	97
Anexo 3. Registro de producción de Potenci-NPK. ....	98
Anexo 4. Ficha técnica del Fitolex. ....	99
Anexo 5. Planilla de registro de las variables tomadas en el cultivo de arroz.....	100
Anexo 6. Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza sin concentrar de Levapan S.A.....	102
Anexo 7. Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza concentrada de Levapan S.A.....	103
Anexo 8. Especificaciones de la vinaza concentrada del ingenio Manuelita S.A. ....	104
Anexo 9. Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza concentrada de una empresa de levadura en Venezuela. ....	105
Anexo 10. Valores críticos para la prueba de Tukey. ....	106

## 1 Introducción.

El cultivo de arroz es una especie gramínea muy exigente en cuanto a la nutrición, es por ello que Jaramillo y Zapata (2008) afirman que “sus prácticas de abonamiento y fertilización requieren un conocimiento previo sobre la capacidad y eficiencia de los insumos agrícolas de este índole, para lograr el objetivo de alcanzar buenos rendimientos en cuanto a Biomasa y cosechas de forma general” lo anterior con el ánimo de adquirir durante el proceso de estudio, pautas de manejo que sirvan al momento de ejecutar un protocolo productivo ecológico y eficiente nutricionalmente.

El arroz (*Oryza sativa*) como otras especies de la misma familia, necesitan altas cantidades de elementos denominados macronutrientes también conocidos como elementos mayores, los cuales en la actualidad son suministrados de forma gradual o en otros casos sin restricciones a través de fertilizantes químicos de diferentes formulaciones (Holwerda, 2006). Estos fertilizantes difieren en sus características fisicoquímicas e incluso biológicas dependiendo las normativas de cada nación ((Norma Técnica Colombiana 5167, 2004). Además, es importante destacar el alto costo que tienen estos productos y el impacto ambiental que generan espacialmente en la degradación del suelo, contaminación del agua, reducción de la población microbiología, etc (Holwerda, 2006).

Por lo anterior, es de recalcar que para poder establecer una explotación agrícola moderna, productiva y cuidadosa con todas las condiciones medio-ambientales, es necesario utilizar adecuadamente los recursos de cada entorno, teniendo en cuenta las necesidades de los cultivos y de la fauna que depende de ella. Jaramillo y Zapata (2008) afirman que “el aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente” (p.34). Para poder desarrollar una dinámica empresarial que permita integrar la ecología con lo productivo.

Al programar la fertilización de una explotación agrícola en este caso de un cultivo de arroz es obligatorio instaurar el reconocimiento adecuado de los elementos orgánicos e inorgánicos a utilizar (Jaramillo y Zapata, 2008), para poder identificar las características y requerimientos nutricionales de las plantas. Holwerda (2006) afirma que “un adecuado programa de manejo nutricional solo se puede hacer cuando hay una comprensión clara del rol de todos los principales

nutrientes” (p.31). Lo anterior con el propósito de obtener como resultado una dosis óptima de fertilizante o abono “orgánico mineral” que asegure un buen progreso del cultivo en todas las etapas. Esta dosis óptima debe asegurar que la planta se nutra apropiadamente, fomentando el desarrollo morfológico vegetal hasta reflejarse en la calidad de la cosecha, considerando la disponibilidad de los macronutrientes del producto y los factores ambientales que se favorezcan.

Los productos orgánicos-minerales líquidos, favorecen las condiciones agroecológicas de los ecosistemas ocupados para la actividad agrícola, facilitando la asimilación de nutrientes, crecimiento y óptimas cosechas (Mosquera, 2010). Esta clase de productos se caracterizan por contener una apreciable cantidad de carbono orgánico oxidable y libre de microorganismos patógenos, entre otras variables que ayudan a establecer la inocuidad del producto final “cosechas”. Mosquera (2010) afirma que “la acción de los productos orgánicos-minerales líquidos es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y generando un apreciable ahorro económico” (p.4). Fortaleciendo el concepto de que entre menos agroquímicos se utilicen en las labores agrícolas, más duran los recursos naturales disponibles en los ecosistemas.

Con el ensayo experimental se pretende mejorar la capacidad de crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60, apoyándose en observaciones y datos de campo, para identificar el comportamiento de los productos orgánicos-minerales líquidos con relación al producto agrícola convencional testigo, con la finalidad de comprender el efecto expresado por cada una de las variables de respuesta planificadas y registradas en la etapa final de la evaluación.



## 2 Justificación.

El incremento de la alteración de la naturaleza por malas prácticas agrícolas y a la persistencia de querer hacer algo para cambiar esta situación que está generando cada día impactos ambientales negativos en diferentes zonas agrarias del planeta (Mosquera, 2010). Lleva a mostrar por medio de la investigación de productos orgánicos-minerales líquidos, que es posible realizar actividades agrícolas enfocadas en las prácticas ecológicas y sustentables, con el ánimo de obtener insumos menos dañinos para el entorno y prevenir la contaminación de los terrenos cuando se utilizan productos químicos, que pueden influir en cambios estructurales como degradación del suelo, contaminación del agua, reducción de la población microbiología benéfica y afectar el desarrollo productivo de las plantas significativamente (García y Rojas, 2006).

La conducción de la agricultura demanda grandes oleadas de nutrientes para diferentes cultivos, Jaramillo y Zapata (2008) expresan en su investigación que dichos nutrientes se ven reflejados en el fenotipo y genotipo de las plantas dispuestas a la fertilización, también de gran absorción de nutrientes y una gran reserva de elementos que ayudan al desarrollo de los suelos y a las especies que dependen de él. Holwerda (2006). Afirma que “Los fertilizantes, tanto aplicados a las partes aéreas de la planta como el suelo, se deben considerar como herramientas de nutrición balanceada” (p.7). En consecuencia, de este crecimiento en la parte nutricional se producen más residuos en los cultivos y desperdicios que deben ser manejados con todas las medidas de bioseguridad establecidas por el fabricante. Los usos descomunales de nutrimentos, las malas prácticas agrícolas y la sobre explotación de los suelos hacen que las pérdidas económicas para el agricultor sean significativas y de gran impacto (García y Rojas, 2006).

Es por esta serie de condiciones que se lleva a cabo la propuesta de evaluar un producto orgánico mineral líquido utilizando como materia prima vital las vinazas en estado de concentración de 50% de sólidos totales de empresas como los ingenios o fábricas de obtención de levaduras en unión de Macroelementos, con el propósito de cumplir los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz (*Oryza sativa*), que por sus características fenotípicas requiere grandes cantidades de estos elementos, que actúan en el crecimiento (elongación del tallo), producción de macollas, formación de panículas, floración, etapa de maduración, llenado del grano, baja significativa de los granos vanos entre otras características importantes (Fernández y Arregocés, 1980) de la variedad Fedearroz 60 utilizada en la investigación.

La metodología para los ensayos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), ayuda analizar las variaciones en el rendimiento de las plantas y que tienen la facultad de permitir que las especies vegetales mejoren muchos aspectos que directa o indirectamente ejercen dominio en todas sus condiciones naturales, y que de igual manera evolucionan hacia el fortalecimiento de la especie tratada (González y Rosero, 1981). Es obligatorio mejorar la capacidad de crecimiento y desarrollo de los cultivos donde la aplicación y las observaciones analíticas determinen la eficiencia Mosquera (2010), evidenciando el comportamiento de los productos orgánicos minerales para identificar las variables y las condiciones de uso, para garantizar buenos resultados en los ciclos de cultivos futuros, con la variedad de arroz utilizada mediante el plan de estudio.

### **3 Objetivos.**

#### **3.1 Objetivo general.**

Identificar el proceso de obtención de un producto orgánico-mineral líquido a partir de Vinazas y su evaluación en la aplicación foliar en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60.

#### **3.2 Objetivos específicos.**

- Identificar, caracterizar e ilustrar el proceso de obtención de un producto orgánico mineral destinado para aplicación en el cultivo de arroz.
- Relacionar los efectos de las aplicaciones con variables de respuesta biológica asociadas al rendimiento del cultivo de arroz.

#### 4 Planteamiento del problema.

Cada día la población del mundo es más extensa y el suministro de alimentos agrícolas es insuficiente en algunos países. En muchas zonas solo se cuenta con provisiones vegetales traídas de otras naciones, mientras que en otras tienen producciones altas que tienden a bajar por las malas prácticas agrícolas como la fertilización sintética y el uso de herbicidas (Torres y Capote, 2014).

Esto significa que la contaminación ambiental constituye un problema grave a nivel mundial dada las repercusiones que ésta tiene, es por ello que se deben hacer esfuerzos para mejorar las técnicas que permitan optimizar la detección de agentes contaminantes y monitorear constantemente los ecosistemas sujetos a impactos ambientales severos, con el fin de tomar las medidas preventivas (Torres y Capote, 2014, p.4).

Pero hay que mencionar que la agricultura y la demanda de alimentos está creciendo en otros países de manera significativa y la nutrición vegetal se está enfocando en la reutilización de componentes ya servidos como es el caso de las vinazas, pero que cuentan con una fuente de elementos considerables cuando se concentran (García y Rojas, 2006, p.3), y que son útiles para el desarrollo de las especies vegetales.

Todas las especies pertenecientes a la flora necesitan elementos diferentes o en distintas cantidades, por eso la necesidad de innovar en un producto que suministre nutrimentos a las plantas de forma gradual, que llegue lo que la planta requiere y así tener una disponibilidad de elementos más controlada González y Rosero (1981). La fertilización junto con el estudio de variables de respuesta fisiológica, son indispensables para el desarrollo de las plantas, siempre y cuando se tenga en cuenta las técnicas conservacionistas y respeto hacia el medio natural.

El producto orgánico-mineral líquido está diseñado con el propósito de mitigar las prácticas químicas que utilizan los agricultores de las zonas rurales, ya que buscan producir grandes cosechas de forma acelerada sin tener en cuenta los impactos ambientales que están causando en los suelos y la vida microbiana perteneciente a ella (García y Rojas, 2006). Por ese motivo y la constante búsqueda de soluciones, se ofrece un producto rico en elementos nutricionales como el nitrógeno (N), potasio ( $K_2O$ ), fósforo ( $P_2O_5$ ) y una fuente significativa de carbono orgánico oxidable como se expresa en la Norma Técnica Colombiana 5167 (2004), que ayudan a las plantas a mejorar su estructura, desarrollo y cosechas saludables (inocuidad) para el consumidor final.

## 5 Marco teórico.

El aumento de la producción agrícola a través del manejo efectivo de la nutrición de las especies vegetales, utilizando avances en las condiciones de fertilización que requiere un cultivo establecido en diferentes clases de suelos y en climas diversos, lleva a identificar un problema nutricional en el mundo agrícola que mejorara diseñando un plan de acción aplicado, que tiene como base suplir los requerimientos nutricionales de las plantas (González y Rosero, 1981). El abastecimiento inoportuno e insuficiente de nutrimentos de las especies vegetales destinadas para la agricultura, crea una debilitación de los almacenamientos de los elementos que ayudan al desarrollo de las plantas, lo que establece un desgaste financiero para el agricultor especialmente el que vive de estas actividades (Martínez, Dibut y Yoania, 2010).

Así mismo, hay que tener en cuenta la insostenibilidad económica del uso exclusivo de fertilizantes minerales cuyos elevados precios los hacen inaccesibles para las mayorías campesinas de los países subdesarrollados. (Martínez et al. 2010) igualmente, se puede contaminar un agroecosistema si se utiliza una fuente de nutrientes más alta de lo que puede asimilar o transformar el suelo donde se está efectuando una labor agrícola, mientras que la extenuación de las reservas de nutrientes es un factor que logra un impacto negativo en el medio-ambiente.

La nutrición de las plantas depende de muchos factores que desempeñan un nivel cultural y que está destinado a ser adyacente con los cambios futuros que tengan las exigencias alimenticias de las personas y las formas de obtener dichos recursos alimenticios (García y Rojas, 2006). Es por esto que, para desarrollar una agricultura sustentable, hay que tomar en cuenta las exigencias sociales, económicas y políticas que ilustran las necesidades, para crear una sociedad sustentable (Martínez et al. 2010). Ya que un plan eficiente de fertilización obedece de los insumos que pueda comprar el agricultor y de la identificación de los riesgos que lleva utilizar los productos si los tiene. Por eso la base primordial de una actividad agrícola es que la conducción de la nutrición de las plantas puede favorecer a la seguridad alimentaria, calidad de las cosechas y a la elaboración sostenible de los productos a base de elementos como las vinazas concentradas sin causar contaminación (García y Rojas, 2006).

## 5.1 Productos orgánicos-minerales.

En primera instancia se discute sobre los productos orgánicos-minerales en dos estados de presentación física que son los sólidos y los líquidos, estos tienen características muy apreciadas para los agricultores, dado que poseen una considerable cantidad de materia orgánica asimilable por las plantas y otros elementos que entran en sinergia rápidamente con el suelo y su vida microbiana (Álvarez, 2010). Su composición no es peligrosa para los ecosistemas y los operarios que realizan las prácticas de aplicación, pero es recomendable tener en cuenta lo dispuesto por la ficha técnica y la hoja de seguridad suministrada por el fabricante. Según la Norma Técnica Colombiana 5167 (2004) los productos orgánicos-minerales sólidos son obtenidos comúnmente por técnicas de combinación de otros abonos minerales, productos orgánicos de origen animal, vegetal, geológico o proveniente de lodos de tratamientos de aguas residuales Ararat (2006) afirma que “la materia orgánica incorporada debe ser acondicionada físicamente para aumentar la superficie de contacto y favorecer la actuación de los microorganismos” y el instituto colombiano agropecuario ICA como ente certificador verifica que los parámetros estén dentro de los rangos identificados por la norma para abonos orgánicos y fertilizantes (ver **tabla 1**) para poder ser comercializados.

**Tabla 1.** Parámetros de un producto orgánico-mineral sólido.

Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar (en base húmeda)
* Pérdidas por volatilización %	Contenido de carbono orgánico oxidable total
* Contenido de cenizas %	(%)
* Contenido de humedad, máximo 15%	Humedad máxima (%)
* Contenido de carbono orgánico oxidable total, mayor de 5% y menor de 15%	Contenido total de nitrógeno (%Nt)
* $N_1P_2O_5$ , $K_2O$ , $CaO$ , $MgO$ , elementos menores, reportar si la riqueza total de cada elemento mínimo es 2%	El nitrógeno se expresa en forma orgánica y mineral N org N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> y N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
* La suma de los elementos a reportar de ser mínimo 10 %	Contenido de Potasio total (%K <sub>2</sub> O) Contenido de Potasio soluble (%K <sub>2</sub> O) Contenido de Fosforo total (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )

* Densidad, reportar	Contenido de Fosforo soluble (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
* pH, reportar	Contenido de Calcio (%CaO)
* Residuo insoluble en acido, máximo 50% del contenido de cenizas.	Contenido de Magnesio (%MgO)
* Contenido de sodio, reportar	Contenido de elemento menores (%)
* Conductividad eléctrica, reportar	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
* Límites máximos en mg/Kg (ppm) de los metales pesados expresados a continuación (solo para productos de mezcla con residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales).	Contenido de metales pesados (mg/Kg) (ppm)
Arsénico (As)	41
Cadmio (Cd)	39
Cromo (Cr)	1 200
Mercurio (Hg)	17
Níquel (Ni)	420
Plomo (Pb)	300
*Se indicara la materia prima de la cual proceda el producto.	Residuos insolubles (%)

**Nota.** Indicadores para certificar en Colombia un producto de esta categoría (Norma Técnica Colombiana 5167, 2004, p.2).

Según la Norma Técnica Colombiana 5167 (2004) los productos orgánicos-minerales líquidos son obtenidos por adición de agua a un abono orgánico de origen agrícola o pecuario, producto orgánico mineral sólido e incluso la mezcla o lixiviación de los anteriores, con posterior extracción al que puede o no añadirse un fertilizante mineral líquido complejo (ver **anexo 1**), y el instituto colombiano agropecuario ICA como ente certificador verifica que los parámetros estén dentro de los rangos identificados por la norma para abonos orgánicos y fertilizantes (ver **tabla 2**) para poder ser comercializados y utilizados para favorecer los sistemas agrícolas sin generar impactos negativos al medio-ambiente.

**Tabla 2.** Parámetros de un producto orgánico-mineral líquido.

Parámetros a caracterizar	Parámetros a garantizar (en base húmeda)
* Sólidos suspendidos máximos 4%	Sólidos suspendidos (%)
* Contenido de carbono orgánico oxidable total mínimo 20 g/L	Contenido de carbono orgánico oxidable total (g/L)
* N total + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O <sub>1</sub> , mínimo 40 g/L	Contenido total de Nitrógeno (%Nt)
* Riqueza máxima de potasio 50 g/L de K <sub>2</sub> O	El Nitrógeno se expresa en forma orgánica y mineral
* CaO y MgO reportar en g/L	N org N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> y N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
* Elementos menores, reportar en g/L	Contenido de Potasio (g/L K <sub>2</sub> O)
* Contenido de sodio, reportar	Contenido de Fosforo (g/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
* Densidad, reportar	Contenido de Fosforo soluble (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
* pH, reportar	
* Conductividad eléctrica, reportar	
* Límites máximo en mg/l (ppm) de los metales pesados (solo para productos de mezcla con residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales o residuos sólidos urbanos separados en la fuente):	Contenido de metales pesados (mg/L) (ppm)
Arsénico (As) 41	
Cadmio (Cd) 39	
Cromo (Cr) 1 200	
Mercurio (Hg) 17	
Níquel (Ni) 420	
Plomo (Pb) 300	
*Se indicara la materia prima de la cual procede el producto.	

**Nota.** Indicadores para certificar en Colombia un producto de esta categoría (Norma Técnica Colombiana 5167, 2004, p.2).



## **5.2 Materia prima para productos orgánicos-minerales.**

Se mencionan las vinazas como materia prima para la obtención de productos orgánicos minerales que derivan de empresas como los ingenios azucareros después de un proceso de producción donde interviene la melaza de la caña de azúcar para producir etanol o en empresas productoras de Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), que generan un lodo como resultado residual de una fermentación de Levadura comercial fresca separada por centrifuga, donde también interviene la melaza de la caña (García y Rojas, 2006), por lo tanto se puede afirmar que;

La vinaza es un material líquido resultante de la producción de etanol, ya sea por destilación de la melaza fermentada o de la fermentación directa de los jugos de la caña. Su origen es, entonces, las plantas de caña de azúcar por lo que su composición elemental debe reflejar la del material de procedencia. Se trata de un material orgánico líquido que puede contener como impurezas sustancias procedentes del proceso de extracción de los jugos y de la fermentación. En ningún caso elementos extraños, tóxicos o metales pesados; tampoco puede contener elementos en exceso (García y Rojas, 2006, p.3).

Las vinazas en algunas empresas cuando están en estado de concentración se les conocen como stock fermentativo o concentrado fermentativo, donde ya logran una estabilidad en el pH y pueden durar más tiempo en almacenamiento (Archila y Solórzano, 2008). Dado que las vinazas en estado líquido y con niveles bajos de concentración comienzan un proceso de fermentación o descomposición desde el instante que salen de las separadoras.

## **5.3 Productos orgánicos enriquecidos.**

Existen muchos productos y enmiendas que para ser utilizados en los cultivos y obtener óptimos resultados en cosechas se deben enriquecer con elementos esenciales, con el propósito de alcanzar los rangos que se exigen para cumplir con la Norma Técnica Colombiana 5167 (2004, p.2) o subir el nivel de elementos ya sean macronutrientes o micronutrientes, como por ejemplo, si tenemos un fertilizante o abono orgánico pobre en nitrógeno se le adiciona urea para subir el nivel de este macronutriente primario, esto con el fin de potencializar el producto que se tiene disponible y se vea reflejado en el cultivo.

Un modelo de producto que puede ser enriquecido es el Biol, que es básicamente un producto líquido elaborado de forma anaeróbica (sin presencia de aire) y con diversos elementos orgánicos de diferentes índoles, que tiene la facultad de formar una vida microbiana que fortalece los suelos sin generar contaminantes en el mismo Álvarez (2010) afirma que “se puede elaborar en base a insumos que se encuentran en la comunidad y no tiene una receta fija, los insumos pueden variar de acuerdo a la disponibilidad del agricultor” (p.13).

Otro modelo de producto que es enriquecido dependiendo el enfoque de cada producción agrícola son los caldos minerales, que aportan muchos beneficios tanto al suelo y las especies vegetales establecidas. Según (Gómez y Vásquez, 2011, p.22) sirven como suplementos a las fertilizaciones que se realizan con los abonos sólidos. Prácticamente es un caldo fortificado de aminoácidos, el cual es enriquecido con minerales que se van agregando en distintas etapas de la fermentación. Ingredientes como el Azufre, Boro, Hierro, Magnesio y Zinc se encuentran en forma de sulfatos o sales en los almacenes de insumos químicos. Es de suma importancia tener en cuenta la nutrición de la especie a tratar con el caldo, ya que debe hacerse de forma racional y responsable para evitar intoxicaciones foliares.

#### **5.4 Características del cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.**

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60 según (Guzmán, 2012) brinda al agricultor óptimos rendimientos en cuanto a la germinación de semillas, fortalecimiento de plántulas, desarrollo destacado de panículas hasta el peso final obtenido por el grano, dado que esta semilla fue diseñada para aumentar el rendimiento del grano en tamaño, y cuenta con características de rusticidad que le permiten tolerar algunas plagas.

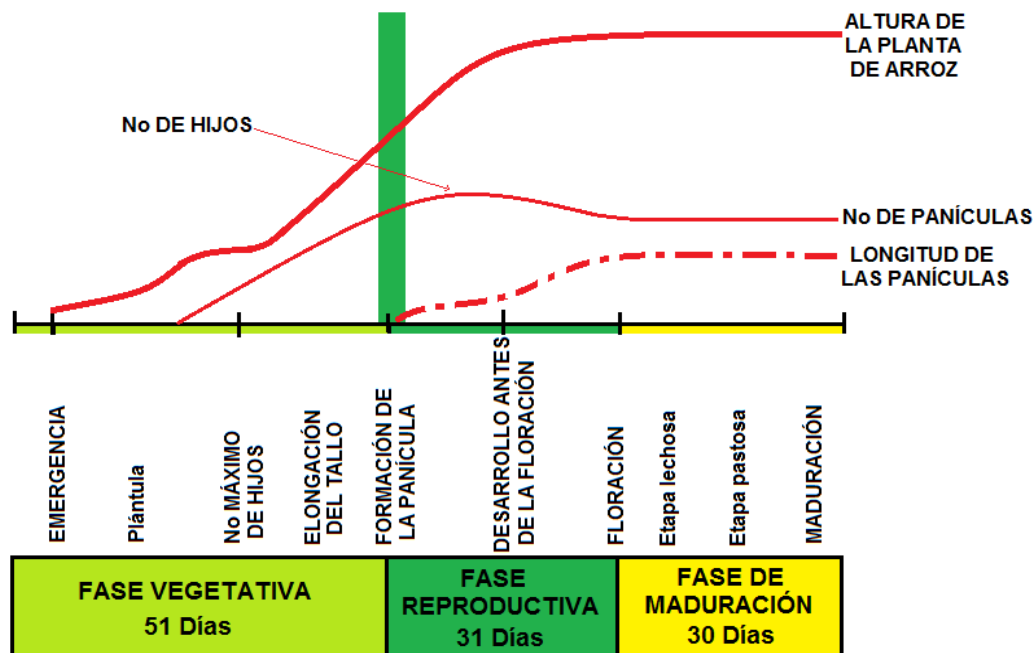
González y Rosero (1981) afirman que “el conocimiento de la planta de arroz y de su morfología es importante en la investigación, porque en él se basa la diferenciación de las variedades, los estudios de fisiología y de mejoramiento” (p.5). Para poder ejercer mecanismos que ayuden a identificar si hay cambios positivos durante cualquier proceso de estudio. En la (**tabla 3**) se observan características de los órganos vegetativos, reproductivos, aspectos taxonómicos y nutricionales del arroz. En la (**figura 1**) se encuentra la fase vegetativa, fase reproductiva y la fase de maduración para variedades de maduración temprana.

**Tabla 3.** Características importantes del Arroz.

<b>Características generales.</b>	<b>Clasificación taxonómica.</b>	<b>Componentes nutricionales.</b>
<p>El arroz es una gramínea anual, de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0,4 m (enanas) hasta más de 7,0 m (flotante).</p> <p>Para efectos de esta descripción los órganos de la planta de arroz se han clasificado en dos grupos.</p> <p><b>Órganos vegetativos:</b> Son las raíces, los tallos y las hojas.</p> <p><b>Órganos reproductores:</b> Son las flores y las semillas.</p>	<p>El arroz se clasifica en el género oryza de la familia de las gramíneas (gramineae). Casi todas las variedades cultivadas derivan de la especie oryza sativa.</p> <p><b>Reino:</b> Plantae <b>Sub-reino:</b> Tracheobionta <b>División:</b> Magnoliophyta <b>Clase:</b> Liliopsida <b>Subclase:</b> Commelinidae <b>Orden:</b> Poales <b>Familia:</b> Poaceae <b>Subfamilia:</b> Bambusoideae</p>	<p>El arroz sin la cubierta (cascara) contiene aproximadamente un 25% de hidratos de carbono, cantidades pequeñas de yodo, hierro, magnesio y fósforo, así como concentraciones casi inapreciables de proteínas y grasas.</p>

---

**Nota.** Morfología y taxonomía general de la planta de arroz (González y Rosero, 1981).



**Figura 1.** Fases de crecimiento para variedades de maduración temprana (Fernández y Arregocés, 1980, p.7).

El desarrollo del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) según (González y Rosero, 1981) es un proceso fisiológico continuo que comprende un ciclo completo desde la germinación, pasando por el desarrollo de panículas, hasta la maduración de los granos. Este crecimiento cuenta con un patrón común en el tiempo que puede variar levemente dependiendo de características genéticas de la planta o de la influencia propia del medio natural como mediador del proceso productivo.

Fernández y Arregocés, (1980) afirman que “el ciclo de vida de la planta de arroz esta generalmente comprendido dentro de un rango de 100 a 210 días, con la moda entre 110 a 150 días (p.6). El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz son afectados primordialmente por aspectos naturales como la temperatura y la duración del día, ya que permiten que la planta actúe más rápido en la transformación de nutrientes (González y Rosero, 1981). La (tabla 4) muestra el crecimiento de la planta de arroz (*Oryza sativa*) generalmente en los trópicos, dividida en tres fases de desarrollo.

**Tabla 4.** Tres fases de desarrollo en un cultivo de arroz.

<b>Fase vegetativa.</b>	<b>Fase reproductiva.</b>	<b>Fase de maduración.</b>
Va desde la germinación de la semilla, hasta la iniciación de la panícula. 51 días aproximadamente.	Va desde la iniciación de la panícula hasta la floración. 31 días aproximadamente.	Va desde la floración hasta la madurez total. 30 días aproximadamente.

**Nota.** Ocurrencia en tiempo de las etapas de crecimiento para las tres fases de desarrollo (Fernández y Arregocés, 1980, p.6).

## **5.5 Elementos esenciales para el desarrollo del cultivo de arroz.**

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*) necesita macronutrientes primarios en grandes cantidades que son el Nitrógeno (N), potasio (K) y el fósforo (P) principalmente, para obtener el rendimiento esperado por el productor (González y Rosero, 1981). A continuación está la descripción de lo que brinda cada elemento en la estructura de la planta para que evolucione adecuadamente.

### **5.5.1 Nitrógeno (N).**

El nitrógeno es absorbido principalmente por las raíces de las plantas de arroz cuando está dispuesto como nitrato, y es distribuido para el resto de la estructura de la planta hasta llegar a las células de las hojas (Dobermann & Fairhurst, 2005) esto significa que;

El Nitrógeno (N) es un constituyente esencial en los aminoácidos, ácidos nucleicos y de la clorofila. Promueve el rápido crecimiento (incremento en el tamaño de la planta y número de macollos) y aumenta el tamaño de las hojas, el número de espiguillas por panoja, el porcentaje de espiguillas llenas y el contenido de proteínas en el grano. (Dobermann & Fairhurst, 2005, p.1).

Sin duda es un elemento esencial en las plantas de arroz, y la disponibilidad de este macronutriente depende de la cantidad aportada por los fertilizantes o por las reservas que poseen los suelos dependiendo su materia orgánica y actividad microbiana (Holwerda, 2006).

### **5.5.2 Potasio (K).**

El elemento mayor potasio (K) es un catión univalente, que es absorbidos en grandes cantidades por las plantas de la familia de las gramíneas, la absorción de una gran parte del potasio depende de los demás macronutrientes como el nitrógeno (N), fosforo (P) entre otros y micronutrientes que las plantas de arroz necesitan de forma racional y por menor intensidad (Dobermann & Fairhurst, 2001) esto significa que;

El potasio (K) es esencial para que ocurran normalmente diversos procesos en la planta. Entre estos se pueden mencionar la osmoregulación, activación de enzimas, regulación del pH y balance entre aniones y cationes en las células, regulación de la transpiración por los estomas y transporte de asimilados (producto de la fotosíntesis) hacia el grano. (Dobermann & Fairhurst, 2001, p.1).

En pocas palabras el potasio (K) fortalece las células de las plantas, incrementando los tejidos foliares y mejorando el contenido de clorofila, también retarda la senescencia y por lo tanto contribuye a una mayor fotosíntesis y desarrollo del cultivo del arroz en todas sus fases (Fernández y Arregocés, 1980).

### **5.5.3 Fosforo (P).**

El fosforo (P) juega un papel importante en las plantas en general, porque participa en la fotosíntesis, la respiración y la síntesis de almidón. Dobermann & Fairhurst, (2000) afirman que “las plantas de arroz deficientes en fosforo (P) son pequeñas y tienen muy bajo macollamiento. Las hojas son estrechas, pequeñas y muy erectas y presentan un color verde oscuro” (p.1). También los tallos son sumamente delgados y pierde la planta de arroz capacidad de crecimiento, afectando la producción de espigas y numero de granos por espiga, entre otros fenómenos físicos manifestados en el follaje.

## 5.6 Parámetros fisiológicos.

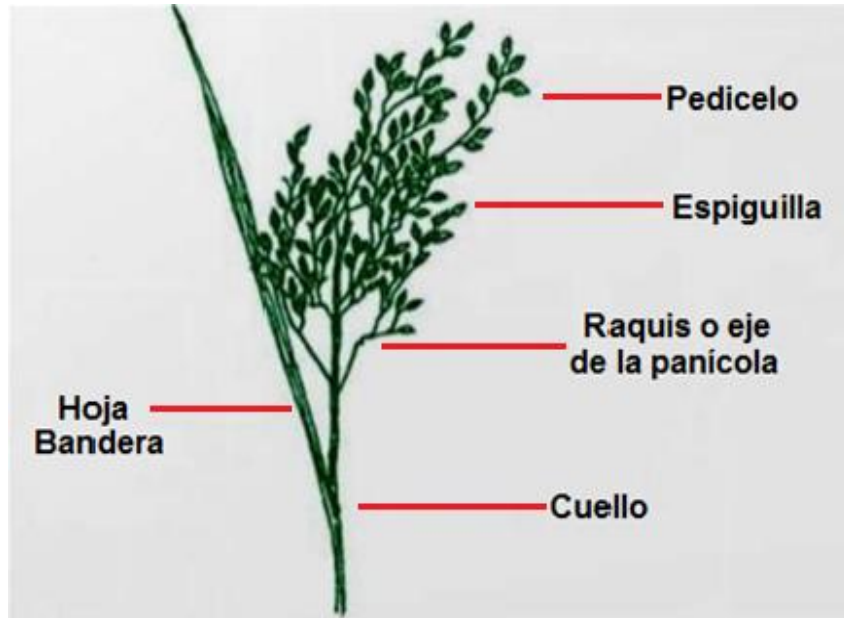
Los parámetros fisiológicos del arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60 que se tuvieron en cuenta para la evaluación, se presentaron en la parte final del cultivo (cosecha), que son identificados como variables de respuesta durante la toma de datos en campo.

### 5.6.1 Características funcionales de la espiga de arroz.

La espiga también conocida como panícula según González y Rosero, (1981). “Está situada sobre el nudo apical del tallo, llamado nudo ciliar o base de la panícula, y generalmente tiene la forma de un arco ciliado” (p.14). En la (**figura 2**) se puede observar la estructura de la panícula presentada en la parte media de la etapa de madurez fisiológica, puesto que cuando alcanza el llenado y sequedad de las semillas se toma la variable de respuesta de número de espigas por metro cuadrado y grano por espiga. González, (2015) afirma que;

El rendimiento en la planta de arroz está dado por componentes o factores, que se pueden determinar en cada una de las etapas fenológicas. Estos componentes se dan por área y a su vez por planta y son; número de panículas por unidad de área, el número de espiguillas por panícula, el porcentaje de granos llenos por panícula y el peso individual de los granos (p.35).

Para poder determinar mediante la investigación si el producto orgánico-mineral líquido, logro optimizar el rendimiento de cosecha en comparación al tratamiento testigo utilizado por el agricultor de forma convencional.

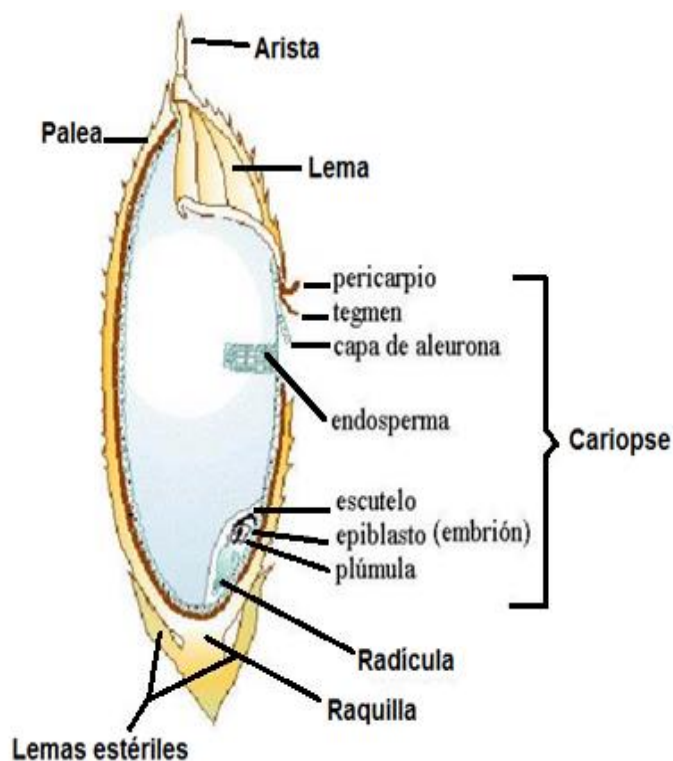


**Figura 2.** Estructura morfológica de la panícula (González y Rosero, 1981, p.15).

### 5.6.2 Características funcionales del grano de arroz.

Según (Olmos, 2007) el grano o semilla de arroz es un ovario maduro y seco cuando está listo para ser cosechado, que está dotado de una estructura interna y externa bien definida (ver **figura 3**) y que se forma en las espigas durante la etapa de maduración que va desde la floración hasta la madurez total de los granos. Olmos, (2007) afirma que “del arroz cosechado aproximadamente 20 % es cáscara, y 10 % es afrecho, ambos elementos se eliminan en los procesos de descascarado y pulido respectivamente. El resto (70%), está formado por el arroz blanco compuesto de granos enteros y partidos (p.2).





**Figura 3.** Estructura interna y externa del grano de arroz (Olmos, 2007, p.2).

### 5.6.3 Grano vano en el arroz.

Es conocida como la enfermedad del grano vano “vaneamiento” de las espigas del cultivo de arroz, también se le ha dado otros nombres de forma cultural en el departamento del Tolima y el Huila (Colombia) como el temblor arrocero (Oñate, s.f), y tiene como característica principal, que no permite que las espigas en forma general llenen los granos, además afecta la calidad de las cosechas de carácter significativo, dado que se generan más impurezas de lo normal y bajo peso del grano a granel, que afectara seguramente la economía por la venta del producto cosechado. Oñate (s.f) afirma:

Que el nivel de granos vanos encontrados en los terrenos sembrados con la especie de arroz (*Oryza sativa*), es un fenómeno que cosecha tras cosecha ha venido incidiendo en el rendimiento final de los cultivos en todas las regiones arroceras de Colombia, convirtiéndose en una de las principales causas de baja productividad y rentabilidad en el cultivo (p.64).

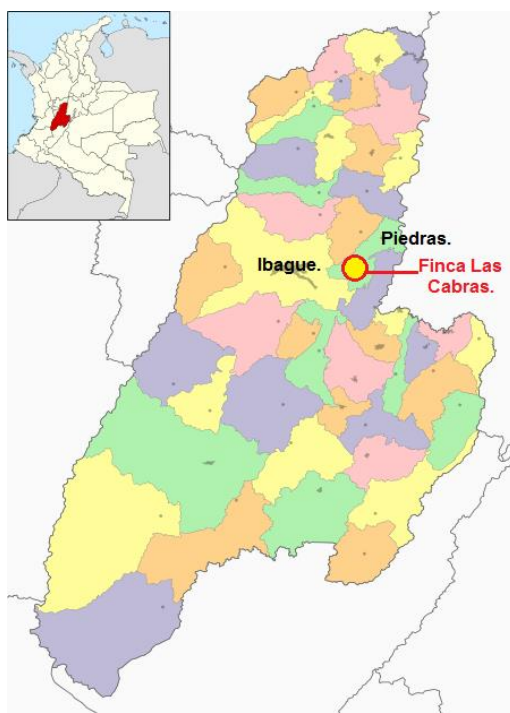
Claro que hay otros factores que pueden generar bajos rendimientos en los cultivos, pero es recomendable hacerle seguimiento a esta variable para tomar medidas en las arroceras de forma oportuna, puesto que un porcentaje de grano vano en la cosecha genera una reducción del peso esperado a la hora de vender el grano en el molino o centro de acopio.

## 6 Metodología.

La presente investigación se dividió en dos técnicas de estudio; donde la primera fue el método para obtener de forma física el producto orgánico-mineral en estado líquido, comprendiendo todos los aspectos de manufactura y empaque. El segundo método ayudo a identificar sus beneficios en campo, donde se utilizó el producto en una prueba experimental en un cultivo de arroz variedad Fedearroz 60, para comparar variables de respuesta en la fase final de maduración.

### 6.1 Localización.

El presente estudio se realizó en una finca ubicada en el municipio de Piedras, corregimiento de Doima, que está bajo la jurisdicción del departamento del Tolima (Colombia) (ver **figura 4**). El criterio del área a investigar se seleccionó por poseer una topografía acta para cultivar arroz y porque la entrada plena de la luz solar es adecuada (brillo solar), dado que el arroz crece mejor a temperaturas cálidas (González, 2015).



**Figura 4.** Ubicación de la Finca Las Cabras, Municipio de Piedras - Tolima (SIGAC, 2003).

### **6.1.1 Finca: Las Cabras.**

Pertenece al municipio de Piedras, corregimiento de Doima, y se encuentra localizado en la zona centro oriente del Departamento del Tolima, en la margen izquierda del río grande del Magdalena (Montealegre, 2011). La finca Las Cabras del corregimiento de Doima cuenta con la siguiente información geográfica, latitud en grados, minutos y segundos: 4° 26' 37" Norte y longitud en grados, minutos y segundos: 74° 59' 32" Oeste y altura sobre el nivel del mar del terreno utilizado para la investigación de 610 m, el predio cuenta con 70 hectáreas sembradas en arroz, maíz y otra porción en sistema de producción pecuaria.

### **6.1.2 Limites.**

El Municipio de Piedras limita al norte con el municipio de Venadillo, por el oriente margen izquierdo del río Magdalena desde el punto denominado desembocadura de la quebrada de la Chácara, por el sur con el Municipio de Coello, partiendo de los cerros denominados las Tetras de Doima y por el occidente con el Municipio de Alvarado (Montealegre, 2011, p.11).

### **6.1.3 Hidrología.**

Según CORTOLIMA (2009) la hidrología del Municipio de Piedras del departamento del Tolima, está constituida principalmente por el Río Opia, la cual se especifica por ser la corriente hídrica más importante de la zona, ya que atraviesa gran parte del Municipio y abastece de agua los acueductos de la cabecera municipal y de algunas veredas. Piedras se encuentra localizado en la parte baja y media de la depresión del Magdalena, por lo cual dentro de su perímetro no nace ninguna corriente hídrica importante, sin embargo, a lo largo y ancho de su extensión lo cruzan Ríos importantes como el Totare y el Chípalo además del Río Opia, los cuales todos desembocan en el Río Magdalena (CORTOLIMA, 2009, p.36). Las tierras del Municipio están bañadas por los Ríos Magdalena, como arteria principal, Opia, Chípalo, Totare y Piedras, las Quebradas Miragatos y Doima (CORTOLIMA, 2009, p.36). Donde varias de estas cuencas hidrográficas son utilizadas para abastecer sistemas agrícolas como los cultivos de arroz.

#### **6.1.4 Climatología.**

El clima del Municipio de Piedras del departamento del Tolima, está constituido por la posición latitudinal del Municipio y la zona de confluencia intertropical (que fija el clima general en Colombia) y la posición del valle longitudinal del Magdalena y la presencia de la cordillera Central (CORTOLIMA, 2009, p.38). La precipitación promedio anual de lluvias del Municipio es de 1.618 mm, las precipitaciones más bajas entre 1250 y 1300 mm se registran al noreste del municipio a orillas del Río Magdalena (CORTOLIMA, 2009, p.38). Por otro lado, la temperatura ambiente y la humedad relativa están relacionadas fundamentalmente con la elevación de cada corregimiento. En el Municipio de Piedras la temperatura media se presenta entre los 28,1 ° C, en el extremo nororiental donde se ostenta la desembocadura del Río Totare al Río Magdalena y los 23,5° C en el extremo sur parte alta del Cerro Las Tetas de Doima, punto más alto del Municipio (CORTOLIMA, 2009, p.38). Favoreciendo que en estas zonas se pueda cultivar una gran diversidad de especies vegetales, a medida que se generan sistemas propicios que enriquecen los ecosistemas existentes en las zonas rurales del municipio.

#### **6.2 Propuesta de producto orgánico-mineral elaborado con vinaza.**

Es un producto que se procesa a partir de la vinaza concentrada y se empaca en recipientes plásticos de 1, 4, y 20 L (ver **figura 5**), para ser utilizado en aplicaciones foliares en las plantas de arroz, con el propósito de mejorar las características de rendimiento en espigas, llenado del grano y reducción del problema del grano vano de los cultivos que se establecerán teniendo como referencia el protocolo de investigación programado.

La composición del fertilizante orgánico-mineral líquido (ver **anexo 2**), se enumera mediante tres nutrientes muy esenciales para el desarrollo de las plantas que indican las proporciones según su orden N, P y K. La primera letra se refiere al nitrógeno, la segunda al fósforo y la tercera al potasio. Ahora bien, las cifras no corresponden directamente con los porcentajes de cada elemento, ya que en la ficha técnica aparecerán también otros elementos como C, expresado en carbono orgánico oxidable y otros importantes que le brindan al producto un valor agregado.



**Figura 5.** Forma física de la propuesta del producto fertilizante orgánico-mineral presentación 20 Litros (Autor, 2017).

### **6.3 Método para obtener el producto orgánico-mineral líquido.**

A continuación, se encontrará detalladamente los parámetros para obtener la propuesta de producto orgánico-mineral líquido, que comprende la concentración de la vinaza (Stock fermentativo) y el protocolo de elaboración del producto destinado para el cultivo de arroz.

#### **6.3.1 Concentración de vinazas (Stock fermentativo).**

Esta materia prima es obtenida mediante la concentración de la vinaza en estado líquido, donde en primera instancia se almacena en un tanque de recepción la cantidad de vinaza inicial que se desea concentrar, inmediatamente por medio de una bomba pulmón y una manguera lo suficientemente larga y gruesa se surte de producto por tandas el tanque evaporador que es según Archila y Solórzano (2008) en teoría “un intercambiador de calor, que tiene la facultad de producir transferencia de energía térmica que pasa por un medio enfriado hacia el fluido refrigerante que circula por todo el interior del mecanismo hasta evaporar el agua que se requiere”. Y este proceso

se realiza por períodos dependiendo la capacidad del mismo. Por último, se toman dos muestras de 500 ml de la vinaza concentrada donde una es llevada a laboratorio para análisis de grados Brix (azúcares), pH, densidad en 20°C, etc. Para que sea almacenada en cubitainers “tanques en forma de cubo” o canecas plásticas, donde se le asigna un nuevo nombre que es Stock fermentativo y un código de identificación el cual es el número de lote (ver **tabla 5**) y los otros 500 ml de vinaza se disponen para una prueba de estabilización.

**Tabla 5.** Código de identificación del producto Stock fermentativo.

MM	AA	XXX
Mes en el que se realiza la concentración.	Año en el que se realiza la concentración.	No consecutivo de la operación de concentración del año en cuestión.

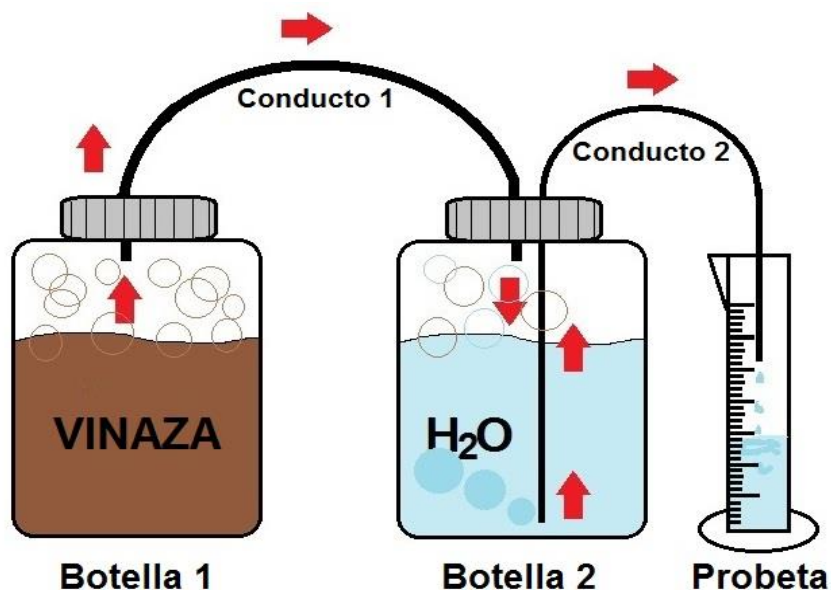
**Nota.** Los códigos de identificación MM AA XXX corresponde a números arábigos y el número de lote XXX puede variar entre 000 y 999 (Autor, 2018).

### 6.3.1.1 Análisis de estabilización de la vinaza concentrada.

Los análisis de estabilización como parte de la caracterización se realizaron con el método conocido como “actividad metano-génica específica”, que consiste en realizarle seguimiento a la producción de gas cada 4 horas por desplazamiento de ml de agua “volumen acumulado gas/ml”, teniendo en cuenta la temperatura del lugar en cada toma de datos hasta que el producto logre estabilizarse por completo. El análisis puede realizarse a temperatura ambiente, bajo invernadero o en una cabina con la facultad de controlarle la temperatura, en este caso se realizó bajo invernadero sencillo.

El análisis de gasificación utilizando el método de la “actividad metanogénica específica” para las vinazas en estado inicial y las vinazas ya concentradas al 50% de sólidos totales (ver **figura 6**) es básicamente utilizar dos botellas de vidrio con capacidad de 1000 ml de forma anaeróbica (sin presencia de aire), instalando una manguera que entra por la tapa de la botella 1 que contiene la muestra de 500 ml de la vinaza inicial (concentrada) y la botella 2 que esta provista de agua normal, teniendo en cuenta no tocar el líquido de ambas botellas que está ocupando la

mitad del interior de cada una. Y en la botella 2 que contiene agua se instala otra manguera más delgada hasta el fondo del recipiente, teniendo en cuenta que el otro extremo de la manguera repose en una probeta que servirá para cuantificar los datos. En este punto si la vinaza produce biogás al paso del tiempo, la presión debido a la producción de gases como el metano  $\text{CH}_4$  y el dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  hace que se desplace el agua de la botella 2 a una probeta que mide la cantidad de volumen acumulado gas/ml evidenciando que la vinaza es o no es estable para ser utilizada como materia prima para el producto orgánico-mineral líquido.



**Figura 6.** Sistema anaeróbico para realizar el análisis de Actividad Metanogénica Especifica (Autor, 2018).

### 6.3.2 Protocolo de elaboración del producto orgánico-mineral líquido.

Primero se debe identificar el tipo de producto en cuestión observando las cantidades dadas por la fórmula y el número de lote a utilizar que se tendrá simplemente visualizando la última planilla de producción o registro de producción (ver **anexo 3**). También se requiere información acerca del último estado del producto dentro del proceso de control calidad. En las planillas de producción se pueden identificar los equipos utilizados en la operación, los métodos usados y el personal involucrado en el proceso de transformación.



Con esta información se deben buscar anomalías, tendencias o variaciones en los métodos, tiempos de preparación, tiempos de empaque y resultados de los análisis del muestreo. Después de indagar la información anterior se empieza el protocolo productivo, alistando los ingredientes líquidos y sólidos de la mezcla a granel y también los equipos a utilizar que intervienen en la elaboración del producto (ver **tablas 6 y 7**).

Para evitar inconvenientes el proceso se divide en cuatro etapas principales (ver **figura 7**) para darle orden a la preparación del producto orgánico-mineral líquido y aprovechar mejor el personal operativo.

**Tabla 6.** Ingredientes para fabricar el producto orgánico-mineral líquido.

Los ingredientes líquidos y en su orden que componen el producto son.	Los ingredientes sólidos y en su orden que componen el producto son.
Vinaza concentrada al 50% de sólidos (Stock fermentativo).	Fuente de nitrógeno (N): Esta materia prima cuenta con 46-0-0 utilizando el orden común de fertilizantes NPK como macronutrientes primarios
Agua normal hervida por encima de la pasteurización.	Fuente de fósforo ( $P_2O_5$ ): Esta materia prima cuenta con 11-52-0 utilizando el orden común de fertilizantes NPK como macronutrientes primarios y un 2% de azufre (S) como macronutriente secundario.
	Fuente de potasio ( $K_2O$ ): Esta materia prima cuenta con 0-0-60 utilizando el orden común de fertilizantes NPK como macronutrientes primarios

**Nota.** Ingredientes sólidos y líquidos con parámetros importantes (Autor, 2018).

**Tabla 7.** Equipos para fabricar el producto orgánico-mineral líquido.

<b>Equipos que intervienen en el proceso de elaboración.</b>	<b>Equipos que intervienen en el proceso de empaque.</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Tanque de preparación (elaborar el producto en estado líquido).</li><li>- Balanza 100 Kg (pesar materias primas sólidas de la formulación)</li><li>- Motor del tanque (recircular, homogenizar y empaquetar el producto).</li><li>- Gato transportador (trasladar la materia prima a la zona de producción).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Filtro (evita que ingrese al producto a empaquetar partículas insolubles).</li><li>- Balanza 100 Kg (empaquetar unidades de 20 Litros).</li><li>- Balanza 10 Kg (empaquetar unidades de 1 y 4 Litros).</li><li>- Llave empacadora (ajusta la tapa de los recipientes de producto terminado para cada presentación).</li><li>- Sellos (dispone en la etiqueta el número de lote, fecha de preparación y fecha de vencimiento).</li><li>- Carreta de dos ruedas (transportar producto terminado para ubicarlo en la estiba).</li></ul>

**Nota.** Equipos que intervienen en los procesos de fabricación y embalaje (Autor, 2018).



**Figura 7.** Pirámide de etapas de producción del producto orgánico-mineral líquido (Autor, 2018).

### 6.3.2.1 Recepción de la materia prima.

A continuación, se expresan las actividades que se deben realizar por parte del personal operativo en esta fase del proceso de fabricación, para cumplir con lo estipulado en cuanto a calidad, inocuidad y seguridad industrial durante el proceso:

- El auxiliar operativo debe tener todas las medidas de bioseguridad y salud ocupacional antes de empezar el proceso de fabricación.
- Luego verifica que todos los materiales a utilizar estén a disposición, si falta alguna materia prima se aplaza la preparación hasta que estén todas.
- También se comprueba que el tanque funcione perfectamente y que la válvula de descargue este cerrada para evitar derrames.
- Se alista el registro de preparación (ver **anexo 3**) y la formulación a fabricar para evitar desbalanceo en el producto final, antes de empezar el protocolo de elaboración del insumo agrícola.

### **6.3.2.2 Fabricación del producto orgánico-mineral líquido.**

- Se adicionan las materias primas líquidos al tanque de preparación según el orden establecido en la formula agrícola.
- Se prende el agitador para homogenizar muy bien el producto en esta instancia, “aproximadamente 15 minutos”.
- Luego se agregan todas las materias primas solidas según el orden establecido en la formula agrícola.
- Se deja agitando durante 20 minutos para garantizar una buena homogenización antes de empaclar las presentaciones planificadas por el jefe de producción.
- Se recolecta una muestra representativa del lote ya preparado para análisis, un (1) Litro aproximadamente debidamente marcado, y se lleva 300 ml de la muestra a un laboratorio de insumos agrícolas certificado por el ICA según la resolución 000584 para que le realicen los siguientes análisis; Nitrógeno total (N) g/L, potasio soluble en agua (K<sub>2</sub>O) g/L, fosforo soluble en agua (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) g/L, carbono orgánico oxidable total g/L, densidad (20°C) g/ml, pH, conductividad Eléctrica (1:200) dS/m, sólidos Insolubles en agua g/L y % de solidos totales, teniendo como referencia los métodos fisicoquímicos analíticos y los criterios de aceptación o rechazo establecidos por la Norma Técnica Colombiana 5167 (2004), y los 700 ml restantes se dejan como contra-muestra en un lugar fresco.

### **6.3.2.3 Empacado del producto orgánico-mineral líquido.**

- Luego de la aprobación del producto, se alista el material de empaque en el sitio dispuesto para el embalaje del mismo, en las diferentes presentaciones planeadas ya sea de 1 Litro, 4 Litros o 20 Litros.
- Para prevenir la contaminación del producto con material extraño, instale el filtro dispuesto para ello en la descarga del tanque antes de iniciar el empaclado del producto.
- En el proceso de envasado, se pesa el producto de acuerdo a la presentación, teniendo en cuenta la densidad del producto para garantizar los litros.

Ejemplo: 1000 ml/1 L multiplicado por la densidad 1.27 g/ml = 1270 g que equivale a un (1) Litro de producto orgánico-mineral líquido.

- La puesta de la tapa de cada recipiente debe hacerse de la siguiente manera, enroscando la tapa con las manos hasta donde más lo permita, inmediatamente se coloca la llave fijadora y se enrosca un octavo más, pasando un eslabón que no admite que retroceda, permitiendo la hermetización eficiente sin daño o blanqueamiento de la tapa. Si se fija mal la tapa con la llave, hay riesgo de dañar el sello interno, provocando fugas severas y daño del material de empaque.

#### **6.3.2.4 Etiquetado y corrugado (caja de cartón) del producto orgánico-mineral líquido.**

Etiquete y marque los recipientes de cada presentación, con los datos de fecha de formulación, fecha de vencimiento y N° del lote en el espacio diseñado y establecido en la etiqueta para este fin. Lo anterior siguiendo los lineamientos establecidos por el jefe de producción de la siguiente manera, en el primer espacio de arriba hacia abajo está el número de lote, el segundo espacio contiene la fecha de fabricación y el tercer espacio contiene la fecha de vencimiento que tiene como vida útil dos años.

Nomenclatura utilizada en la etiqueta:

Número de Lote: Primera letra del producto (P), numero consecutivo de preparación (000) que puede variar entre 000 y 999, guion (-), mes (00) y los dos últimos números del año (00).

Fecha de fabricación: Mes de preparación (00), guion (-), día de preparación (00), guion (-) y año completo de preparación (0000)

Fecha de vencimiento: Mes de vencimiento (00), guion (-), día de vencimiento (00), guion (-) y año completo de vencimiento (0000)

Después de secada la nomenclatura que fue puesta en la etiqueta con los sellos, se le retira el papel que cubre el adhesivo de la etiqueta a medida que pega un extremo de la parte superior de la misma con los dedos, procurando no dejar bombas de aire que desfavorezca la buena apariencia del producto.

Inmediatamente se utiliza un corrugado (caja de cartón) según lo planificado por el jefe de producción, dentro de ella debe ir el producto orgánico-mineral líquido ya terminado, loteado y

aprobado por el laboratorio, en presentación de 1 Litro y 4 Litros (ver **figura 8**) y de la siguiente manera:

- Corrugado de 1 litro con 12 unidades.
- Corrugado de 4 litros con 4 unidades.

Por último el corrugado (caja de cartón) se sella utilizando una cinta de impresión, y se le pone la etiqueta en la mitad de la parte más angosta de la caja; que es la misma etiqueta que tienen las unidades que están en el interior. No se debe colocar unidades con diferentes lotes en un mismo corrugado (caja de cartón) para poder garantizar un buen sistema de trazabilidad en esta etapa del proceso.



**Figura 8.** Forma física de la propuesta del producto fertilizante orgánico-mineral presentación en cajas (Autor, 2017).

## 6.4 Método para la evaluación del producto en el cultivo de arroz.

La evaluación se realizó en tres fases, la primera dio origen al planteamiento y división del lugar donde estaría el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60, teniendo en cuenta las hectáreas a utilizar y los tratamientos a evaluar. La segunda se hizo en trabajo de campo dirigido en efectuar los tratamientos foliares establecidos desde los inicios de la prueba en cada módulo de siembra, teniendo en cuenta que debe ser en tres épocas diferentes del cultivo y utilizando un tratamiento testigo que es el protocolo utilizado por el agricultor normalmente. Y la tercera fase también en campo, pero esta vez recolectando y comprendiendo los datos como espigas por  $\text{m}^2$ , grano lleno, % de grano vano antes de ser cosechado el arroz. Este método establece una secuencia de pasos que abarcan desde el origen al identificar el tema de interés, pasando por la formulación y planteamiento de procedimientos, la implementación para obtener resultados y el análisis de los datos expuestos, hasta llegar a la obtención de una buena discusión a raíz de los resultados.

### 6.4.1 Montaje de las pruebas en campo.

El montaje en campo se realizó en un terreno de 20.8 hectáreas sembradas con arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60 bajo las mismas condiciones según el programa de estudio. Y se distribuyó el terreno de la siguiente manera; 5 hectáreas con un tratamiento No 1 de forma foliar utilizando el producto orgánico-mineral líquido fabricado a partir de vinaza concentrada, otras 5 hectáreas definidas como tratamiento No 2 también de forma foliar, pero esta vez utilizando un producto comercial agrícola que es orgánico bioestimulante complejo, el cual contiene auxinas, giberelinas, citoquininas, además de macronutrientes y micronutrientes en presentación de quelatos (ver **anexo 1**), y finalmente un tratamiento testigo utilizando el protocolo foliar del agricultor comúnmente y que tiene como característica servir de punto de referencia durante la investigación.

Posteriormente se marcó con banderas rojas a un metro de altura (ver **figura 9**) cada tratamiento definido por el diseño de la investigación y se dejó una calle de un metro de ancho que identifica el inicio y comienzo de cada módulo de siembra, con el propósito de facilitar los tratamientos foliares que serán realizados en tres fechas diferentes según la etapa fenológica del

cultivo y la recolección de los datos de rendimiento, al final de la prueba para analizar las variables de respuestas.



**Figura 9.** Cultivo de arroz variedad Fedearroz 60, señalizado con banderas para identificar las fronteras de los tratamientos (Autor, 2017).

#### **6.4.2 Aplicaciones foliares en el cultivo de Arroz.**

Antes de preparar las mezclas para hacer los tratamientos foliares, se tuvo en cuenta agitar el recipiente del producto orgánico-mineral líquido elaborado a partir de vinaza concentrada y por supuesto el recipiente del producto agrícola comercial que es orgánico bioestimulante complejo, para mezclar muy bien los sólidos solubles e insolubles precipitados por causa del tiempo de almacenamiento en bodega o en otros casos por la cristalización de algunos elementos que cambian la estructura molecular a medida que se transforma la materia orgánica a partir de la actividad microbiana presente en esta clase de productos.



#### **6.4.2.1 Tratamiento 1, en el cultivo de arroz.**

En un tanque de mezcla se agregó la mitad de agua limpia dispuesta para la aplicación y luego se deposita la cantidad de producto orgánico-mineral líquido elaborado a partir de vinaza concentrada según lo establecido para el cultivo de arroz, inmediatamente se adiciona la cantidad de agua limpia restante y se agita para garantizar una buena homogenización. Como las aplicaciones fueron aéreas (avioneta) se utilizó 120 litros de agua limpia por hectárea.

#### **6.4.2.2 Tratamiento 2, en el cultivo de arroz.**

Este segundo tratamiento se realizó el mismo día de la ejecución del anterior tratamiento, donde se utilizó la misma metodología de mezcla que da inicio, agregando la mitad de agua limpia dispuesta para la aplicación y luego se deposita la cantidad del producto agrícola comercial establecido para el cultivo de arroz, inmediatamente se adiciona la cantidad de agua limpia restante y se agita para garantizar una buena homogenización. Como las aplicaciones fueron aéreas (avioneta) se utilizó 120 litros de agua limpia por hectárea igual que el anterior tratamiento dado que es común esta cantidad.

#### **6.4.2.3 Testigo utilizado en el cultivo de arroz.**

Teniendo en cuenta las condiciones usadas de los anteriores tratamientos en asocio con el protocolo del agricultor dueño del cultivo, también se realizó este el mismo día, empleando la misma metodología que da inicio, utilizando un tanque de mezcla donde se agregó la mitad de agua limpia dispuesta para la aplicación y luego se deposita la cantidad de producto fertilizante foliar con aminoácidos (ver **anexo 4**) establecido para el cultivo de arroz, inmediatamente se adiciona la cantidad de agua limpia restante y se agita para garantizar una buena homogenización. Como las aplicaciones fueron aéreas (avioneta) se utilizó 120 litros de agua limpia por hectárea.

### 6.4.3 Dosificación del producto utilizado en el cultivo de arroz.

Antes de nombrar las cantidades de producto orgánico-mineral líquido utilizado por aplicación y modulo, es importante anotar que el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60 fue sembrado en la finca Las cabras los días 10 y 11 de noviembre del 2016, con una sembradora mecánica que se surte de semilla a medida que baja de nivel el compartimiento, capsula o núcleo (ver **figura 10**) y que tiene la capacidad de llenado de 200 kg aproximadamente. De inmediato se conecta la sembradora a un tractor que es dirigido hacia el lote ya preparado con anterioridad según el propósito de producción y los antecedentes de la variedad.



**Figura 10.** Maquina sembradora de semilla para el cultivo de arroz (Autor, 2016).

La primera aplicación fue realizada el día 12 de diciembre del 2016 (ver **tabla 8**), en éste instante el cultivo estaba en la mitad de la fase vegetativa, 32 días después de la siembra, cuando ya a formando aparentemente el máximo número de macollas (No de hijos) y tiene un proceso progresivo de elongación (alargamiento) del tallo de la planta de arroz.

**Tabla 8.** Primera aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.

<b>Producto utilizado</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Testigo</b>
Tipo de aplicación.	Foliar	Foliar	Foliar
Hectáreas dispuestas para el experimento.	5	5	10,8
Cantidad de producto utilizado, L/Ha	2	2	2
Cantidad de Agua utilizada, L/Ha	120	120	120
Total de la mezcla, L/Ha	122	122	122
Cantidad de producto utilizado, L/modulo	10	10	21,6
Cantidad de Agua utilizada, L/Modulo	600	600	1296
Total de la mezcla, L/Modulo	610	610	1317,6

**Nota.** Tratamientos foliares realizados en la fase vegetativa del cultivo (Autor, 2017).

La segunda aplicación fue realizada el día 10 de enero del 2017 (ver **tabla 9**), en éste instante el cultivo estaba en la fase reproductiva, 61 días después de la siembra y antes del desarrollo de la floración.

**Tabla 9.** Segunda aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.

<b>Producto utilizado</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Testigo</b>
Tipo de aplicación.	Foliar	Foliar	Foliar
Hectáreas dispuestas para el experimento.	5	5	10,8
Cantidad de producto utilizado, L/Ha	3	3	3
Cantidad de Agua utilizada, L/Ha	120	120	120
Total de la mezcla, L/Ha	123	123	123
Cantidad de producto utilizado, L/modulo	15	15	32,4
Cantidad de Agua utilizada, L/Modulo	600	600	1296
Total de la mezcla, L/Modulo	615	615	1328,4

**Nota.** Tratamientos foliares realizados en la fase reproductiva del cultivo (Autor, 2017).

La tercera aplicación fue realizada el día 2 de febrero del 2017 (ver **tabla 10**), en éste instante el cultivo estaba en la fase de maduración, 84 días después de la siembra, y cuando el grano empieza o está a punto de tener una estructura lechosa, para favorecer la maduración y reducir el porcentaje de grano vano.

**Tabla 10.** Tercera aplicación foliar en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.

<b>Producto utilizado</b>	<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Testigo</b>
Tipo de aplicación.	Foliar	Foliar	Foliar
Hectáreas dispuestas para el experimento.	5	5	10,8
Cantidad de producto utilizado, L/Ha	3	3	3
Cantidad de Agua utilizada, L/Ha	120	120	120
Total de la mezcla, L/Ha	123	123	123
Cantidad de producto utilizado, L/modulo	15	15	32,4
Cantidad de Agua utilizada, L/Modulo	600	600	1296
Total de la mezcla, L/Modulo	615	615	1328,4

**Nota.** Tratamientos foliares en la fase de maduración del cultivo (Autor, 2017).

#### 6.4.4 Condiciones favorables para realizar aplicaciones.

Los productos dispuestos para la investigación, deben ser aplicados bajo condiciones óptimas de respuesta en las plantas, tales como adecuada humedad relativa, temperatura moderada y apropiada humedad del suelo. Estas condiciones ocurren generalmente temprano en la mañana o al finalizar el día. Las siguientes imágenes fueron tomadas en el municipio de Piedras en el departamento del Tolima teniendo en cuenta la información anterior, donde se expresa la preparación de la mezcla (ver **figura 11**), carga del tanque de almacenamiento perteneciente a la avioneta que hace la labor (ver **figura 12**), y por supuesto a la aplicación vista desde el aire (ver **figura 13**). En este punto es importante resaltar que cuando se termine el producto es recomendable enjuagar el envase en el tanque de mezcla antes de la disposición como desecho, para evitar la contaminación de los ecosistemas.



**Figura 11.** Preparación de la mezcla con el producto orgánico-mineral para el cultivo de arroz.

Foto: Tomada en el municipio de Piedras - Tolima (Autor, 2017).



**Figura 12.** Carga del tanque de almacenamiento de la avioneta con la mezcla lista para aplicar.

Foto: Tomada en el municipio de Piedras - Tolima (Autor, 2017).

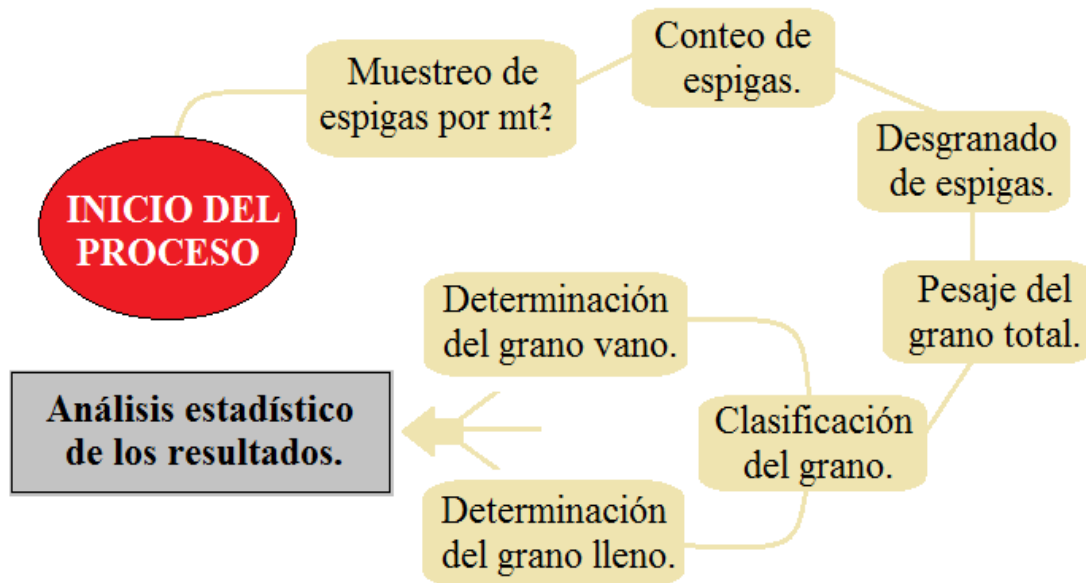


**Figura 13.** Aplicación foliar en el cultivo de arroz investigado en la finca las cabras.

Foto: Tomada en el corregimiento de Doima (Autor, 2017).

#### 6.4.5 Actividades para recolectar los datos en el cultivo de arroz.

Comprender las actividades para obtener los datos de cada variable de respuesta es muy importante para saber cuánto tiempo aproximado se debe utilizar para cada labor, cuál es la siguiente en el escalafón y en qué momento se debe empezar con la siguiente operación (ver **figura 14**), que identifica cada una de las etapas que intervienen en el proceso entre sí, para poder alcanzar un buen análisis de los resultados aplicando conceptos descriptivos.



**Figura 14.** Diagrama de actividades para obtener los datos y resultados (Autor, 2017).

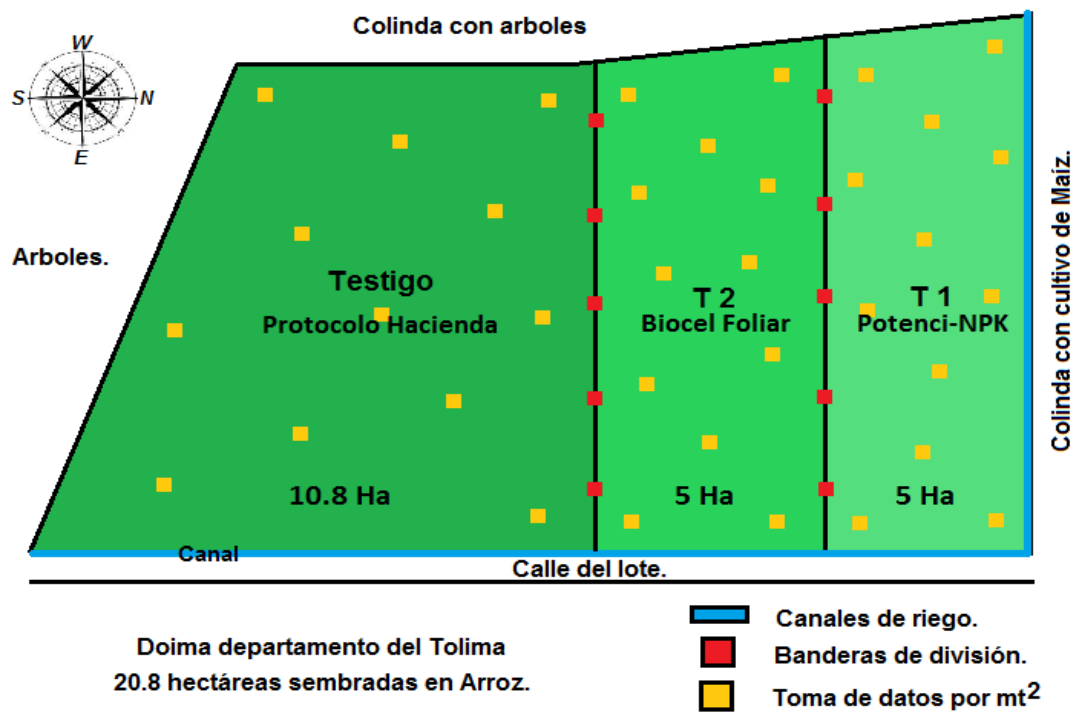
#### 6.4.6 Toma de muestras en el cultivo de arroz.

Se realizó una rigurosa recolección de muestras de espigas por mt<sup>2</sup>, utilizando unos tubos de PVC que al unirse forman un marco de 100 cm x 100 cm que indica el perímetro y el área a cosechar de forma manual. Y la actividad se realiza utilizando preferiblemente una hoz que es una herramienta que está compuesta de una hoja estrecha y curva, con filo o con dientes muy agudos con la finalidad de cortar las espigas en su parte inferior, para luego depositarlas en una estopa o saco que está identificado con su respectivo tratamiento (ver **figura 15**). Hay que tener en cuenta que en cada tratamiento hay que cosechar 12 estopas en diferentes sectores del módulo de siembra,

así como se expresa de forma gráfica (ver **figura 16**) hasta obtener 36 estopas con 1 mt<sup>2</sup> de muestra cada una.



**Figura 15.** Toma de muestras de arroz con estopas de polipropileno (Autor, 2017).



**Figura 16.** Zonas donde se recolectaron las muestras por mt<sup>2</sup> de arroz (Autor, 2017).



Después de la toma de muestras por  $\text{m}^2$  de arroz variedad Fedearroz 60, se procedió a contar cada una de las espigas, para saber la cantidad que dio cada tratamiento y su respectivo testigo que posee el protocolo usado por el agricultor normalmente (ver **figura 17**). El dato de espigas por hectáreas se determina de la siguiente manera.

= Promedio espigas por  $\text{m}^2$  x 10000  $\text{m}^2/\text{Ha}$  = Resultado: Espigas por hectáreas.

Al mismo tiempo se realizó el desgrane manualmente, tomando la espiga en su parte inferior con los dedos y deslizando la mano hacia la parte superior de la espiga con fuerza, para soltar cada uno de los granos que luego serán pesados en su totalidad, con el ánimo de obtener el primer dato importante de la investigación.



**Figura 17.** Conteo y desgrane de espigas (Autor, 2017).

Posteriormente se realizó una serie de actividades que permitieron determinar la cantidad de grano total, grano lleno y grano vano en cada uno de los sacos con tratamientos y el testigo, con la intención de diligenciar una planilla de registro con las variables encontradas en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60 (ver **anexo 5**).

Los datos nombrados anteriormente se determinaron utilizando unos platos de aluminio clasificadores de arroz lleno y arroz vano (ver **figura 18**) y la explicación gráfica (ver **figura 19**), y una balanza que sirvió para pesar el grano en dos etapas (ver **figura 20**), en la primera se pesa el

grano total (grano con impurezas) después de desgranar las espigas y en la segunda etapa se le saca el grano vano (grano que no logro desarrollarse, únicamente la cascarilla) utilizando los platos clasificadores, y se pesa de nuevo el grano para determinar el % de grano vano con relación al grano lleno de la cosecha (grano sin impurezas) de forma real.

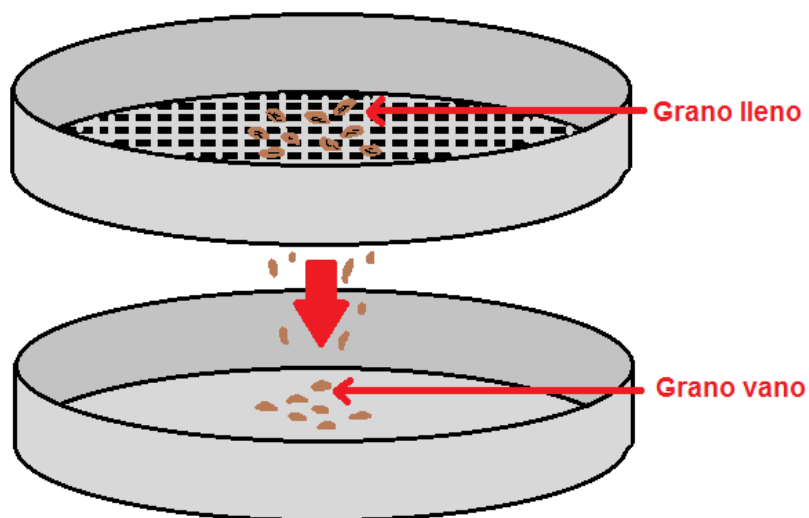
El porcentaje de grano vano se determina con la siguiente operación matemática en los dos tratamientos y el testigo, para luego ser comparada de forma estadística:

$$= \text{Grano total (g/mt}^2\text{)} - \text{Grano lleno (g/mt}^2\text{)} = \text{Grano vano (g/mt}^2\text{)}$$

$$= \frac{100}{\text{Grano total (g/mt}^2\text{)}} \times \text{Grano vano (g/mt}^2\text{)} = \text{Resultado: \% de grano vano.}$$



**Figura 18.** Clasificación del grano lleno y grano vano (Autor, 2017).



**Figura 19.** Platos clasificadores de arroz (Autor, 2017).



**Figura 20.** Pesaje con balanza de los granos de arroz (Autor, 2017).

Cuando se tengan los datos de rendimiento de cada uno de los módulos de siembra, se realiza el análisis de varianza de un factor utilizando un nivel de confianza del 0,95 (95%) y un nivel de significancia del 0,05 (5%) según el rango de entrada que son los datos individuales de cada variable de respuesta. Esto con el fin de realizar la prueba de Anova y la prueba estadística de Tukey para identificar diferencia entre los tratamientos y el testigo. Lo anterior ayuda a calcular

el HSD diferencia honestamente significativa de cada prueba, para poder comparar los grupos que hacen la diferencia utilizando los datos promedios de cada tratamiento.

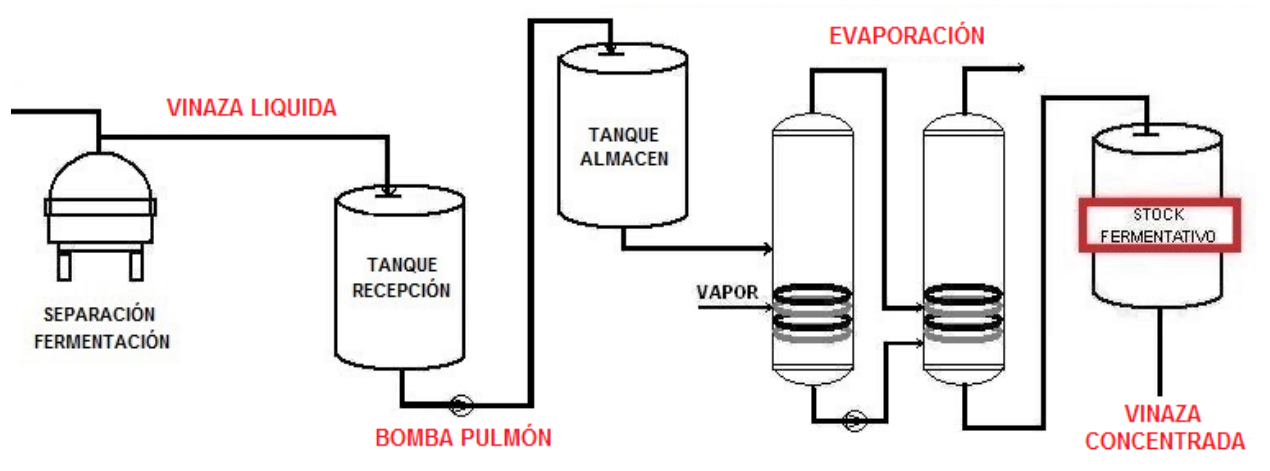
Después se comparan los datos recolectados de grano lleno por  $\text{mt}^2$  de los dos tratamientos y el testigo de la finca Las Cabras del municipio de Piedras, con una serie de datos suministrados por investigaciones de otros autores que han utilizado la variedad Fedearroz 60 en el departamento del Tolima. Donde en primera instancia se pasan los datos históricos de las cosechas a  $\text{mt}^2$  presentadas en municipios como el Espinal, Ibagué y Venadillo, simplemente tomando la cantidad de  $\text{Kg}/\text{Ha}$  dividido por  $10000 \text{ mt}^2$ , donde finalmente se realiza una tabla y se gráfica para tener un análisis de rendimiento más amplio.

## 7 Resultados.

En esta fase del trabajo se encuentra detalladamente los resultados de los objetivos planteados durante la evaluación, referente al proceso de obtención de un producto orgánico-mineral líquido destinado para ser aplicado en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60 y al final del proceso de cultivo analizar las variables de respuesta biológica asociadas al rendimiento.

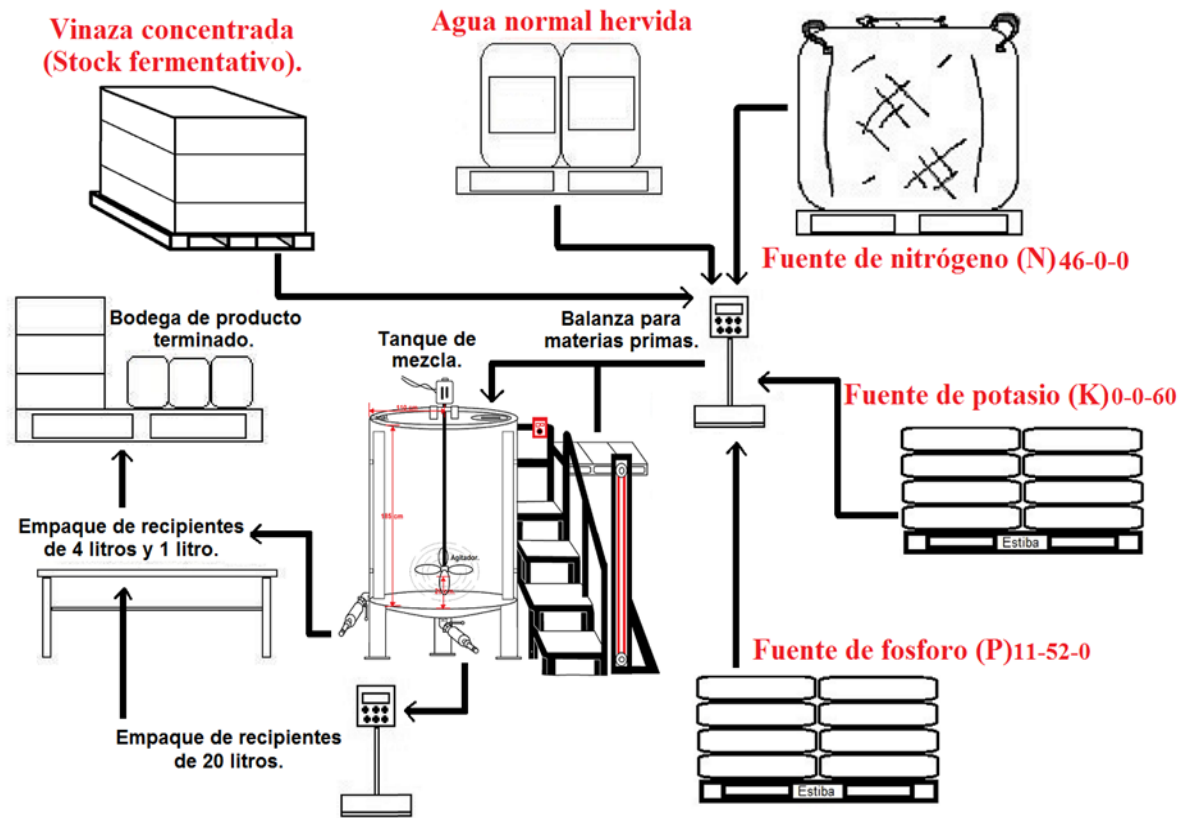
### 7.1 Análisis de resultados del primer objetivo.

Se ilustra el procedimiento de concentración de Vinazas (ver **figura 21**), donde se presenta el método utilizado para obtener esta materia prima fundamental para la elaboración de uno de los productos que será ensayado en campo. También se encuentra un diagrama de procesos de fabricación del producto orgánico-mineral líquido (ver **figura 22**) que identifica las fuentes de macronutrientes utilizadas y la ruta de procesos que es básicamente el paso a paso de elaboración del producto.



**Figura 21.** Diagrama ilustrado de procesos de concentración de vinazas (Autor, 2017).

Es importante anotar que el proceso de las Vinazas viene desde más atrás, pero se tuvo en cuenta desde la separación de la fermentación porque en éste punto las Vinazas iniciales pueden tomar uno de estos dos destinos; disponerse como desecho orgánico para una planta de tratamiento de agua residuales o utilizarse en el proceso de concentración para obtener una materia prima que se le dará el nombre de Stock fermentativo, y que tiene la importancia de haber aumentado el porcentaje de los macronutrientes, el carbono orgánico oxidable y otras condiciones físicas que permiten su almacenamiento.



**Figura 22.** Diagrama ilustrado de procesos del producto orgánico-mineral líquido (Autor, 2017).

El anterior diagrama de procesos identifica las materias primas ingresando al tanque de preparación o mezcla, hasta llegar a la zona de empaque donde se define cada una de las presentaciones ya sea por 1, 4 y 20 Litros, para luego ser almacenado el producto en bodega con su respectivo No de lote. Es pertinente señalar que cada una de las materias primas debe tener una caracterización química que evidencie que es apta para iniciar la fabricación, igualmente con el

funcionamiento de los equipos que intervienen en el proceso, para cumplir con las buenas prácticas de manufactura (BPM) y garantizar la trazabilidad.

### **7.1.1 Caracterización química de las vinazas y el producto orgánico-mineral líquido.**

Durante el proceso productivo se logra la caracterización química de las vinazas líquidas y concentradas (ver **tabla 11**), donde se evidencia un destacado incremento en la mayoría de los datos arrojados por los análisis químicos de laboratorio registrado ante el ICA según resolución 000584 (ver **anexos 6, 7, 8, 9**) de la vinaza inicial con relación a las vinazas concentradas al 50% de sólidos totales procedentes de varias empresas que generan este subproducto.

La caracterización de la propuesta de producto orgánico-mineral líquido (ver **tabla 12**) se realizó en tres diferentes preparaciones y en diferentes fechas que ayudan a tener un dato estadístico más amplio, donde se evidencio el enriquecimiento del producto final especialmente con los macronutrientes, expresados en Nitrógeno total N, potasio soluble en agua  $K_2O$  y fosforo soluble en agua  $P_2O_5$  respectivamente, y un aumento significativo del carbono orgánico oxidable total teniendo como base el análisis de la vinaza inicial. La interpretación comparativa de los datos de laboratorio se expresa por gráficos de columnas (ver **figuras 23, 24, 25, 26**) mostrando el incremento o disminución de cada variable analizada de las Vinazas de diferentes procedencias con relación al producto orgánico-mineral líquido.

**Tabla 11.** Caracterización química de las vinazas líquidas y concentradas (Materia prima inicial para la modificación con aditivos).

Parámetro.	Unidades.	Estado Inicial: Vinaza líquida de Levapan (Antes de concentrar).	Estado final: Vinaza concentrada de Levapan (Stock fermentativo).	Estado final: Vinaza concentrada del Ingenio Manuelita S.A.	Estado final: Vinaza concentrada de empresa de Levaduras de Venezuela.	Método analítico.
Carbono Orgánico Oxidable Total.	g/L	17,2	195	212	172	Walkley-Black (NTC 5167)
pH		5,1	5,59	4,85	5,11	Potenciométrico
Densidad (20°C)	g/ml	1,02	1,33	1,225	1,25	Gravimétrico (NTC 5167)
Conductividad Eléctrica (1:200)	dS/m	0,2	2,59	2,03	1,54	Conductímetro
Sólidos Insolubles en agua	g/L	N.D.	61	43	15	Gravimétrico (NTC 5167)
Nitrógeno total (N)	g/L	1,78	38,59	32,2	25,2	Sumatoria
Fósforo Soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/L	0,09	0,56	0,76	0,9	Colorimétrico (NTC 5167)
Potasio Soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	g/L	6,2	97,7	45,95	62,1	Absorción Atómica (NTC 5167)
Sólidos totales	%	3,6	50	49	50	Horno a 103°C

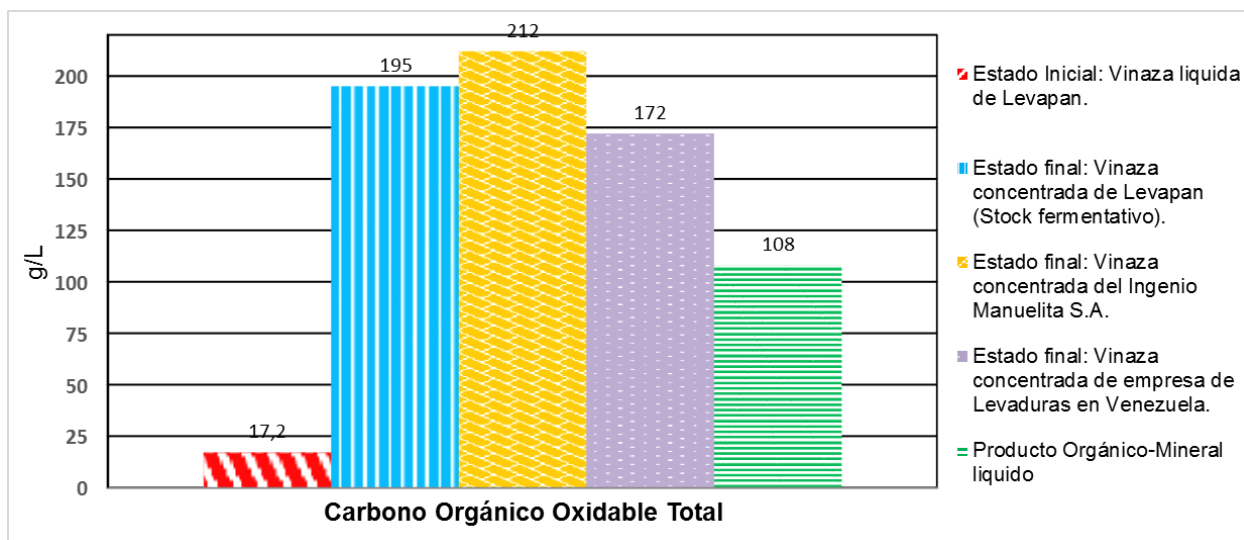
**Nota.** Datos de laboratorio registrado ante el ICA, de las vinazas antes y después de concentradas (Agrilab, 2013 - 2014).



**Tabla 12.** Caracterización química del producto orgánico-mineral líquido para la aplicación en campo.

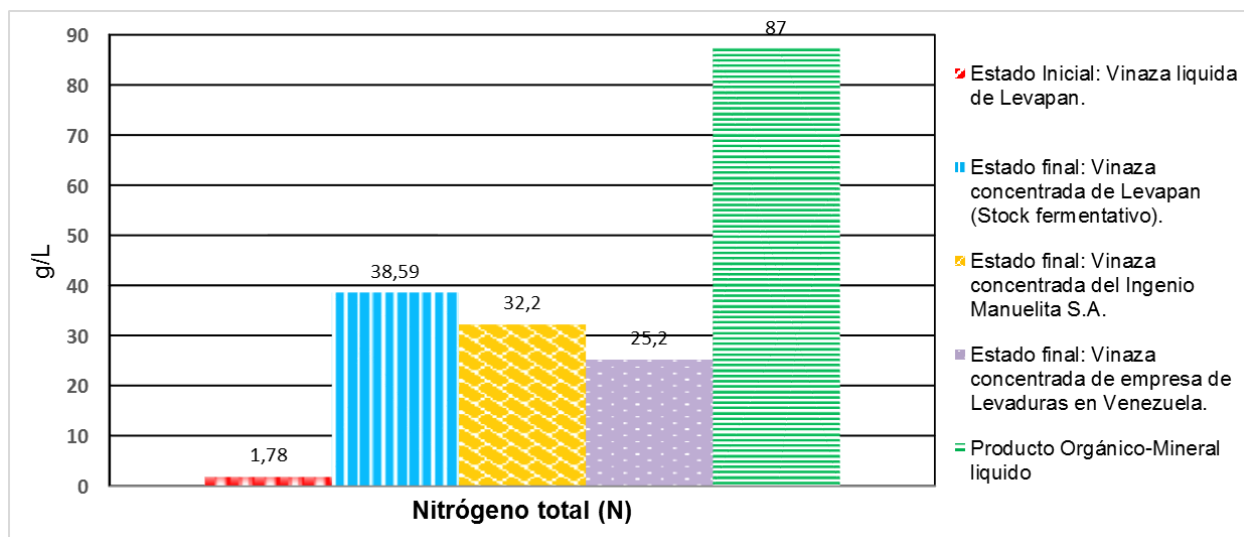
Parámetro.	Fecha de entrega.	Analisis1 10-feb-16	Analisis2 22-jun-16	Analisis3 23-mar-17	Valores mínimos	Valores máximos	Valores promedio	Método analítico.
	Unidades.	Resultados	Resultados	Resultados				
Carbono Orgánico Oxidable Total.	g/L	105	110	109	<b>105</b>	<b>110</b>	<b>108,00</b>	Walkley-Black (NTC 5167)
pH		5	4,78	5,12	<b>4,78</b>	<b>5,12</b>	<b>4,97</b>	pH-metro
Densidad (20°C)	g/ml	1,27	1,27	1,27	<b>1,27</b>	<b>1,27</b>	<b>1,27</b>	Densímetro
Brix	%	52	53	48	<b>48</b>	<b>53</b>	<b>51,00</b>	Refractómetro
Conductividad Eléctrica (1:200)	dS/m	2,3	2,6	2,5	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>	<b>2,47</b>	Conductímetro
Sólidos Insolubles en agua	g/L	21	15	16	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>17,33</b>	Gravimétrico (NTC 5167)
Nitrógeno total (N)	g/L	85	90	87	<b>85</b>	<b>90</b>	<b>87,33</b>	Sumatoria
Fósforo Soluble en agua (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	g/L	15	16	15	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>15,33</b>	Colorimétrico (NTC 5167)
Potasio Soluble en agua (K <sub>2</sub> O)	g/L	122	125	120	<b>120</b>	<b>125</b>	<b>122,33</b>	Absorción atómica (NTC 5167)
Sólidos totales	%	43	44	46	<b>43</b>	<b>46</b>	<b>44,33</b>	Horno a 103°C
Humedad total	%	57	56	54	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>55,67</b>	Horno a 103°C

**Nota.** Datos químicos de tres lotes diferentes de la propuesta de producto orgánico-mineral líquido (Autor, 2017).



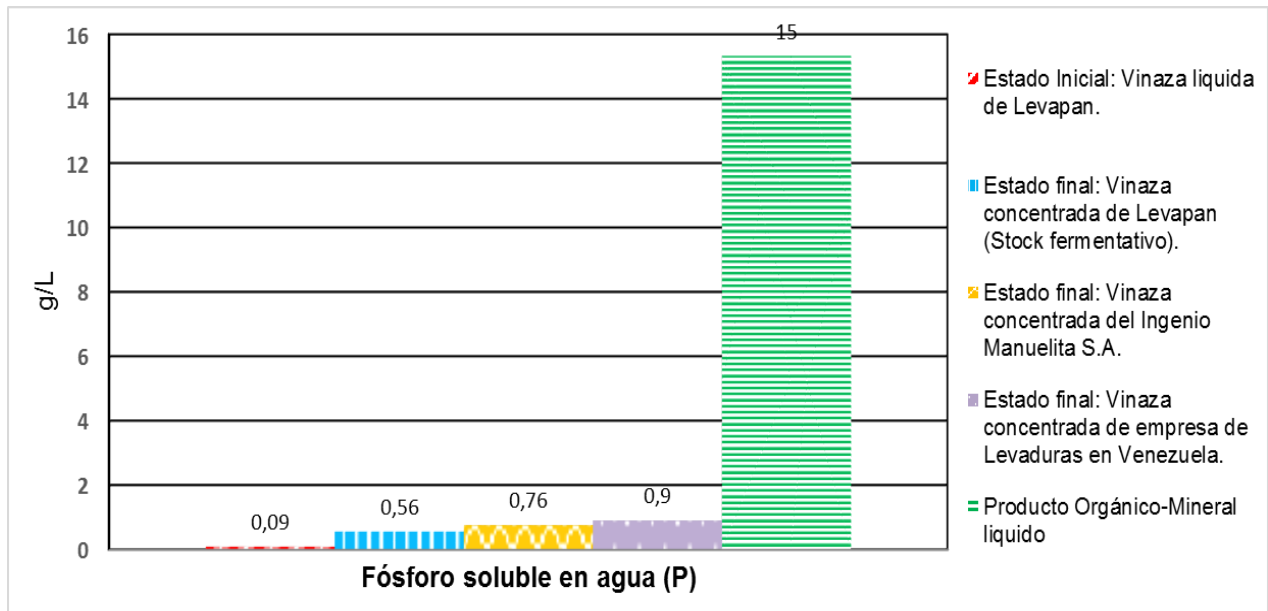
**Figura 23.** Gráfico comparativo del carbono orgánico oxidable total (Agrilab, 2013 - 2014).

La figura relaciona el análisis químico de laboratorio que expresa la cantidad de carbono orgánico oxidable total g/L, donde se evidencia el dato más bajo en la vinaza en estado inicial “sin concentrar” de Levapan y aumenta de forma significativa cuando se concentra como se demuestra en las demás clases de vinazas. En el producto orgánico-mineral líquido se observa una disminución apreciable de esta variable debido que en el proceso de fabricación se diluye un poco la vinaza concentrada “Stock fermentativo” pero que no afecta lo estipulado por la Norma Técnica Colombiana que precisa que debe contener mínimo 20 g/L.



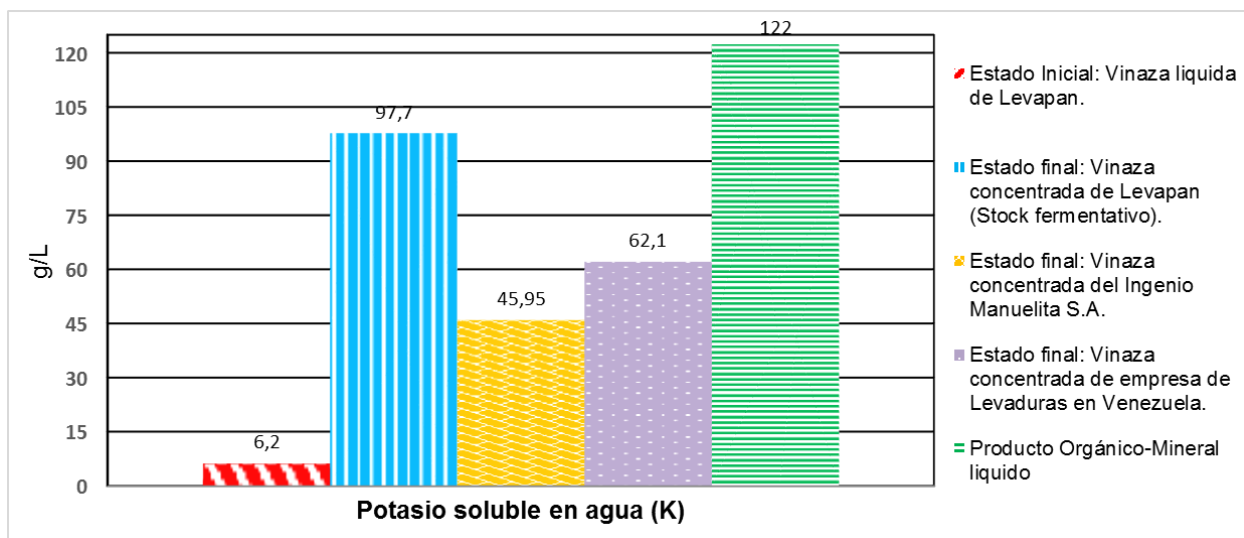
**Figura 24.** Gráfico comparativo del Nitrógeno total (Agrilab, 2013 - 2014).

La figura relaciona el análisis químico de laboratorio que expresa la cantidad de Nitrógeno total (N) g/L, donde se evidencia el dato más bajo en la vinaza en estado inicial “sin concentrar” de Levapan y aumenta de forma significativa cuando se concentra como se demuestra en las demás clases de vinazas. En el producto orgánico-mineral líquido se observa un incremento muy alto de esta variable debido que en el proceso de fabricación se adiciona una materia prima que aumenta éste macronutriente sin afectar lo estipulado por la Norma Técnica Colombiana que precisa que debe contener mínimo 40 g/L.



**Figura 25.** Gráfico comparativo del Fosforo soluble en agua (Agrilab, 2013 - 2014).

La figura relaciona el análisis químico de laboratorio que expresa la cantidad de Fosforo soluble en agua ( $P_2O_5$ ) g/L, donde se evidencia el dato más bajo en la vinaza en estado inicial “sin concentrar” de Levapan y aumenta solo un poco cuando se concentra como se demuestra en las demás clases de vinazas. En el producto orgánico-mineral líquido se observa un incremento muy alto de esta variable debido que en el proceso de fabricación se adiciona una materia prima que aumenta éste macronutriente sin afectar lo estipulado por la Norma Técnica Colombiana que precisa que debe solamente reportarse y garantizarse en base húmeda.



**Figura 26.** Gráfico comparativo del Potasio soluble en agua (Agrilab, 2013 - 2014).

La figura relaciona el análisis químico de laboratorio que expresa la cantidad de Potasio soluble en agua ( $K_2O$ ) g/L, donde se evidencia el dato más bajo en la vinaza en estado inicial “sin concentrar” de Levapan y aumenta de forma significativa cuando se concentra como se demuestra en las demás clases de vinazas. En el producto orgánico-mineral líquido se observa un incremento muy alto de esta variable debido que en el proceso de fabricación se adiciona una materia prima que aumenta éste macronutriente.

Inicialmente se afecta lo estipulado por la Norma Técnica Colombiana que precisa que debe tener una riqueza máxima 50 g/L de  $K_2O$ , sin embargo, si se reporta la procedencia de la materia prima que genera el incremento y se identifica en la ficha técnica del producto se puede certificar ante el ICA.

### 7.1.2 Interpretación de los análisis de estabilización de la vinaza líquida y concentrada.

Solo se registraron datos los primeros siete días del proceso realizado con el método conocido como actividad metanogénica específica (ver **tabla 13** y ver **figura 27**) porque éste tiempo fue suficiente para observar que en la vinaza concentrada a 50% de sólidos no se generó

volumen acumulado gas/ml mientras que en la vinaza líquida si se percibió actividad a partir del segundo día.

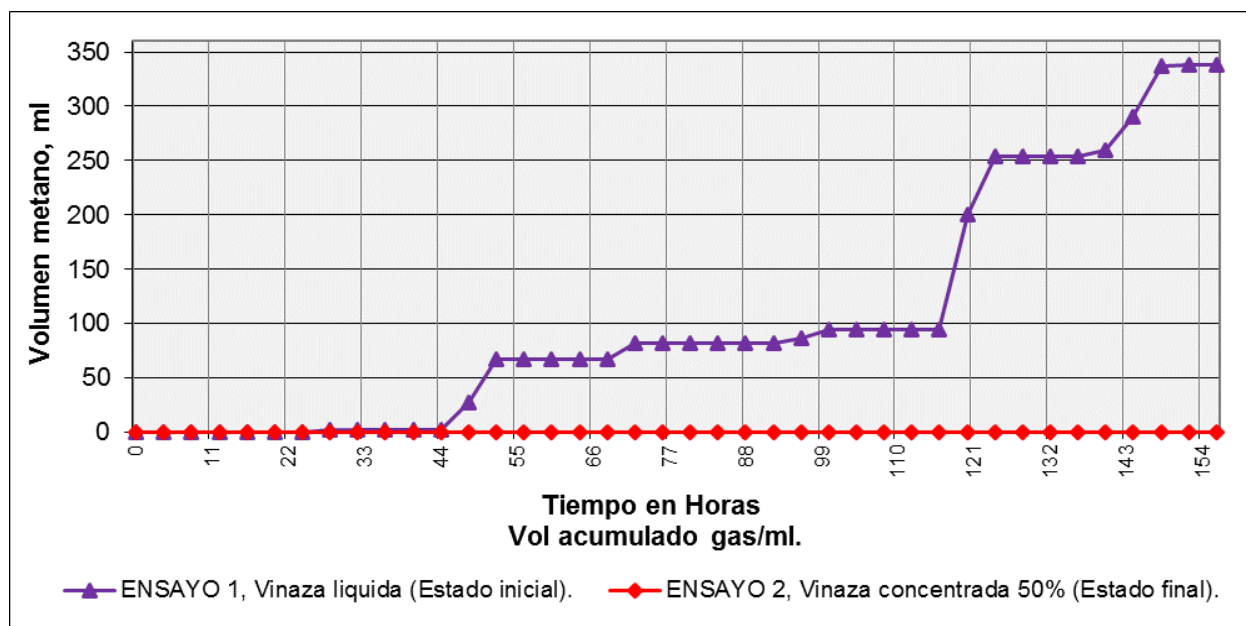
**Tabla 13.** Datos de producción de biogás (actividad metanogénica específica) de la vinaza líquida y concentrada.

Fecha	Hora	Ensayo 1, vinaza líquida (Estado inicial).		Ensayo 2, vinaza concentrada 50% (Estado final).		Temperatura °C
		Gas en, ml	Vol. acumulado gas/ml	Gas en, ml	Vol. acumulado gas/ml	
12/11/2015	0	0	0	0	0	35
	4	0	0	0	0	26
	8	0	0	0	0	22
13/11/2015	12	0	0	0	0	21
	16	0	0	0	0	21
	20	0	0	0	0	24
	24	0	0	0	0	34
	28	2	2	0	0	30
	32	2	2	0	0	22
	36	2	2	0	0	21
14/11/2015	40	2	2	0	0	20
	44	2	2	0	0	23
	48	27	27	0	0	38
	52	67	67	0	0	35
	56	67	67	0	0	23
	60	67	67	0	0	20
15/11/2015	64	67	67	0	0	20
	68	67	67	0	0	25
	72	82	82	0	0	38
	76	82	82	0	0	-
	80	82	82	0	0	-
	84	82	82	0	0	20
16/11/2015	88	82	82	0	0	20
	92	82	82	0	0	23
	96	86	86	0	0	36
	100	95 C/	95	0	0	31
	104	0	95	0	0	23
	108	0	95	0	0	21
17/11/2015	112	0	95	0	0	20
	116	0	95	0	0	25
	120	105 C/	200	0	0	37
	124	54	254	0	0	-
	128	54	254	0	0	-
	132	54	254	0	0	22

	136	54	254	0	0	20
	140	60	260	0	0	24
	144	90 C/	290	0	0	38
	148	47	337	0	0	34
	152	48	338	0	0	23
19/11/2015	156	48	338	0	0	20

**Nota.** Seguimiento de producción de biogás en los primeros siete días de la vinaza en el estado inicial y final de concentración (Autor, 2015).

Los datos se recolectaron cada cuatro horas y se ubicaron en el espacio Gas en /ml, luego se sumó al espacio de enseguida que representa el volumen acumulado gas/ml, hasta percibir la estabilización del producto por completo “cuando deja de desplazar agua el sistema, dejo de producir Biogás”. Es de resaltar que según los ensayos se observó que el sistema desplazo más agua cada vez que aumento la temperatura por encima de 30°C en el invernadero donde se ubicó (Municipio de Tuluá - Valle del cauca).



**Figura 27.** Gráfico de producción de biogás de la vinaza líquida y concentrada (Autor, 2015).

La grafica evidencia que el ensayo 1 que contiene la Vinaza líquida (estado inicial) empezó a producir Biogás a partir de las 28 horas, aumento drásticamente a las 48 horas y volvió aumentar a las 120 horas a medida que en el ensayo 2 que contiene la Vinaza concentrada no se generó gases, demostrando la estabilización de la materia prima desde que salió del evaporador.

El anterior análisis ayuda a determinar el equilibrio de la materia prima para ser utilizada en el proceso de fabricación del producto orgánico-mineral líquido. Garantizando que el producto cuando éste empacado no inflara el material de empaque por culpa de la producción de gases en el interior del mismo cuando este en bodega.

## 7.2 Análisis de resultados del segundo objetivo.

Se obtuvieron las respectivas hojas de registros diligenciadas (ver **anexo 5**), con los parámetros de: cantidad de grano total, la cantidad de grano lleno, la cantidad de grano vano, para analizarlo a través de la estadística (Análisis de varianza). La información recolectada referente a los datos se acomoda en tablas de Microsoft Excel para poder establecer los gráficos comparativos de cada variable, los datos promedios y cómo fue su comportamiento por hectáreas, para determinar cuál presento el superior y el inferior rendimiento al culminar el ciclo investigativo.

### 7.2.1 Datos individuales encontrados en el cultivo de arroz.

Las siguientes tablas tienen los datos finales del muestreo realizado en el cultivo de Arroz variedad Fedearroz 60 de forma individual, donde se exponen variables como espigas por mt<sup>2</sup>, grano total (g) por mt<sup>2</sup>, grano lleno (g) por mt<sup>2</sup>, grano vano (g) por mt<sup>2</sup>, datos promedios de cada ítem y el estimado de espigas por hectáreas. Para un total individual por prueba de doce datos arrojados al final del análisis de muestreo.

**Tabla 14.** Datos individuales del grano de arroz del Tratamiento 1.

Fecha de la cosecha.	Muestra número.	Espigas por mt <sup>2</sup> .	Grano total (g) por mt <sup>2</sup> .	Grano lleno (g) por mt <sup>2</sup> .	Grano vano (g) por mt <sup>2</sup> .
07 y 10 de marzo del 2017.	1	485	1080	1059,5	20,5
	2	440	706,7	679,2	27,5
	3	441	986,9	935,5	51,4
	4	443	1075,2	1015	60,2
	5	567	1246,1	1183,1	63
	6	494	1432,3	1373	59,3
	7	496	1334	1272,3	61,7
	8	442	1224,9	1178,7	46,2
	9	445	1063,4	1011,7	51,7

	10	500	1433,8	1368,8	65
	11	395	1131,1	1079,7	51,4
	12	479	1194,5	1149,6	44,9
	Suma de los datos.	5627	13908,9	13306,1	602,8
	Dato promedio.	468,9	1159,1	1108,8	50,2
	<b>Espigas por hectáreas.</b>	<b>4689166,7</b>	<b>Porcentaje de grano vano.</b>	<b>4,3</b>	

**Nota.** Datos tomados únicamente en el Tratamiento 1, que tiene una distribución de 5 hectáreas (Autor, 2017).

Los datos individuales del tratamiento 1 acomodados de forma ordenada como se muestra en la tabla anterior, sirven para facilitar la interpretación individual de variables de respuesta como el porcentaje de grano vano, espigas por  $\text{m}^2$ , grano total  $\text{m}^2$  y grano lleno por  $\text{m}^2$  para luego ser comparada de forma estadística con el tratamiento 2 y el testigo.

**Tabla 15.** Datos individuales del grano de arroz del Tratamiento 2.

Fecha de la cosecha.	Muestra número.	Espigas por $\text{m}^2$ .	Grano total (g) por $\text{m}^2$ .	Grano lleno (g) por $\text{m}^2$ .	Grano vano (g) por $\text{m}^2$ .
07 y 10 de marzo del 2017.	1	341	714,3	696,6	17,7
	2	349	873,8	796,6	77,2
	3	505	851,7	837,2	14,5
	4	414	1153,7	1089,4	64,3
	5	420	973,8	934	39,8
	6	450	956,6	873,2	83,4
	7	444	903	836,1	66,9
	8	383	980,5	911,4	69,1
	9	412	891,3	850,3	41
	10	403	885,8	840,3	45,5
	11	478	1014,9	955,8	59,1
	12	430	865,7	807,5	58,2
	Suma de los datos.	5029	11065,1	10428,4	636,7
	Dato promedio.	419,1	922,1	869,0	53,1
	<b>Espigas por hectáreas.</b>	<b>4190833,3</b>	<b>Porcentaje de grano vano.</b>	<b>5,8</b>	

**Nota.** Datos tomados únicamente en el Tratamiento 2, que tiene una distribución de 5 hectáreas (Autor, 2017).

Los datos individuales del tratamiento 2 acomodados de forma ordenada como se muestra en la tabla anterior, sirven para facilitar la interpretación individual de variables de respuesta como



el porcentaje de grano vano, espigas por  $\text{m}^2$ , grano total  $\text{m}^2$  y grano lleno por  $\text{m}^2$  para luego ser comparada de forma estadística con el tratamiento 1 y el testigo.

**Tabla 16.** Datos individuales del grano de arroz Testigo protocolo de la finca.

Fecha de la cosecha.	Muestra número.	Espigas por $\text{m}^2$ .	Grano total (g) por $\text{m}^2$ .	Grano lleno (g) por $\text{m}^2$ .	Grano vano (g) por $\text{m}^2$ .
07 y 10 de marzo del 2017.	1	350	936,7	895,3	41,4
	2	467	789,3	720,2	69,1
	3	456	894,2	856,7	37,5
	4	432	1099,2	1023,5	75,7
	5	354	987	934	53
	6	423	789,5	723,4	66,1
	7	435	908,3	889,9	18,4
	8	365	985	913,5	71,5
	9	386	899,9	848,7	51,2
	10	422	734,5	700,3	34,2
	11	421	956,3	938,1	18,2
	12	349	858,1	802,4	55,7
Suma de los datos.		4860	10838	10246	592
Dato promedio.		405,0	903,2	853,8	49,3
<b>Espigas por hectáreas.</b>		<b>4050000,0</b>	<b>Porcentaje de grano vano.</b>		<b>5,5</b>

**Nota.** Datos tomados únicamente en el Testigo, que tiene una distribución de 10.8 hectáreas (Autor, 2017).

Los datos individuales del testigo “protocolo de la finca” acomodados de forma ordenada como se muestra en la tabla anterior, sirven para facilitar la interpretación individual de variables de respuesta como el porcentaje de grano vano, espigas por  $\text{m}^2$ , grano total  $\text{m}^2$  y grano lleno por  $\text{m}^2$  para luego ser comparada de forma estadística con el tratamiento 1 y el tratamiento 2.

### 7.2.2 Comprensión inicial de los datos individuales del cultivo de arroz.

Después de documentar los datos se procede a comparar las variables de respuesta que fueron tenidas en cuenta para la investigación en esta fase, donde utilizando los ítems de número de espigas, grano total y grano lleno se identifica el dato mínimo, máximo y la media de las doce muestras, acomodando los datos numéricos de mayor a menor según su relevancia en la estadística.

**Tabla 17.** Comprensión de los datos individuales.

Evaluación	Variable del dato.	Espigas por mt <sup>2</sup> .	Grano total (g) por mt <sup>2</sup> .	Grano lleno (g) por mt <sup>2</sup> .	Grano vano (g) por mt <sup>2</sup> .
Tratamiento 1	Mínimo	395*	707***	679***	21***
	Media	469*	1159*	1109*	50**
	Máximo	567*	1434*	1373*	65*
Tratamiento 2	Mínimo	341***	714**	697**	15*
	Media	419**	922**	869**	53***
	Máximo	505**	1154**	1089**	83***
Testigo	Mínimo	349**	735*	700*	18**
	Media	405***	903***	854***	49*
	Máximo	467***	1099***	1024***	76**

Significado de los asteriscos utilizados en la tabla con relación a la variable de respuesta.

- \* Se presenta el mejor resultado durante el análisis de las muestras.
- \*\* Se presenta el resultado medio más significativo entre los análisis.
- \*\*\* Se presenta el peor resultado durante el análisis de las muestras.

**Nota.** Análisis de los datos arrojados por la investigación, donde se expresan cuatro variables de respuesta según su importancia técnica (Autor, 2017).

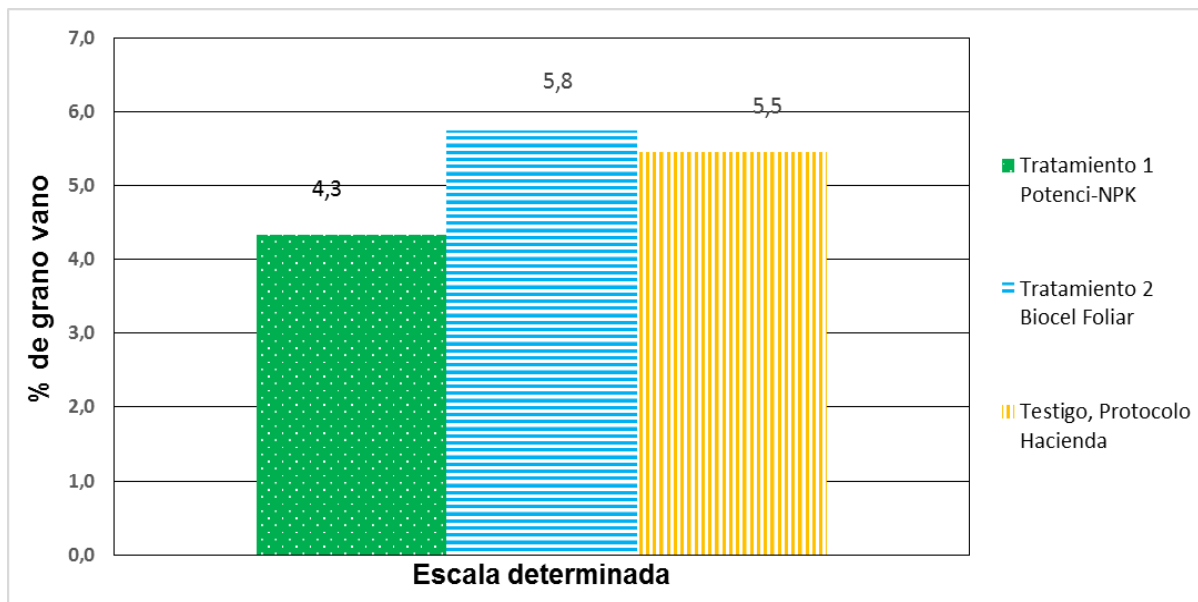
Es pertinente destacar que, en el caso de la variable de respuesta de grano vano, se interpretan los datos de manera distinta, donde en esta ocasión se acomodan de menor a mayor, debido a que la presencia de grano vano es un aspecto negativo para un cultivo de arroz, por sus características de pérdida destacada de la biomasa en peso bruto del grano cosechado.

### 7.2.3 Comparación grafica de las variables de respuesta en el cultivo de arroz.

Las siguientes figuras muestran tres variables de respuesta en el cultivo de Arroz de forma comparativa; que son porcentaje de grano vano, promedio de espigas por mt<sup>2</sup> y promedio de grano lleno por mt<sup>2</sup>, para poder observar la diferencia en el rendimiento de estas variables en los dos tratamientos y el testigo que es el protocolo que utiliza el productor generalmente. Lo anterior con

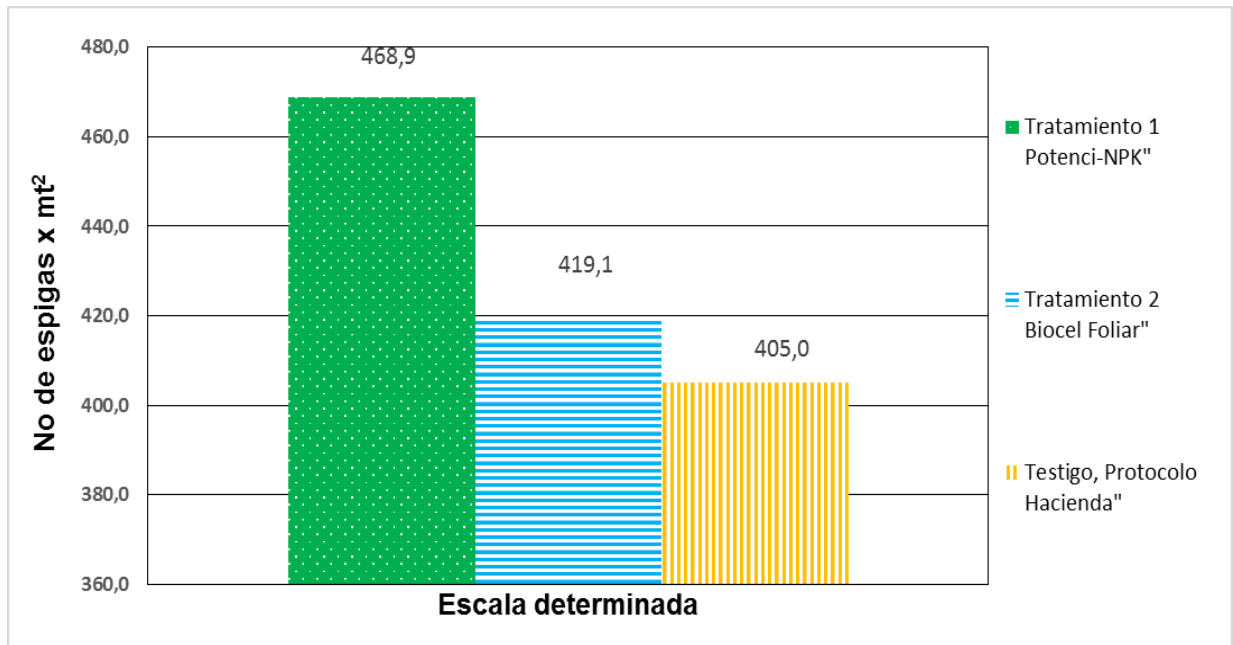
el propósito de cumplir el objetivo planteado por la investigación el cual es determinar la práctica de abonamiento o fertilización favoreció el rendimiento de la variedad de semilla utilizada.

Para adquirir estos datos estadísticos se tuvo en cuenta la información recolectada (ver **tablas 14, 15 y 16**) respectivamente, con el propósito de crear gráficos dotados de columnas y una superficie escalonada ya sea de forma porcentual o promediada que permite la identificación comparativa de los resultados.



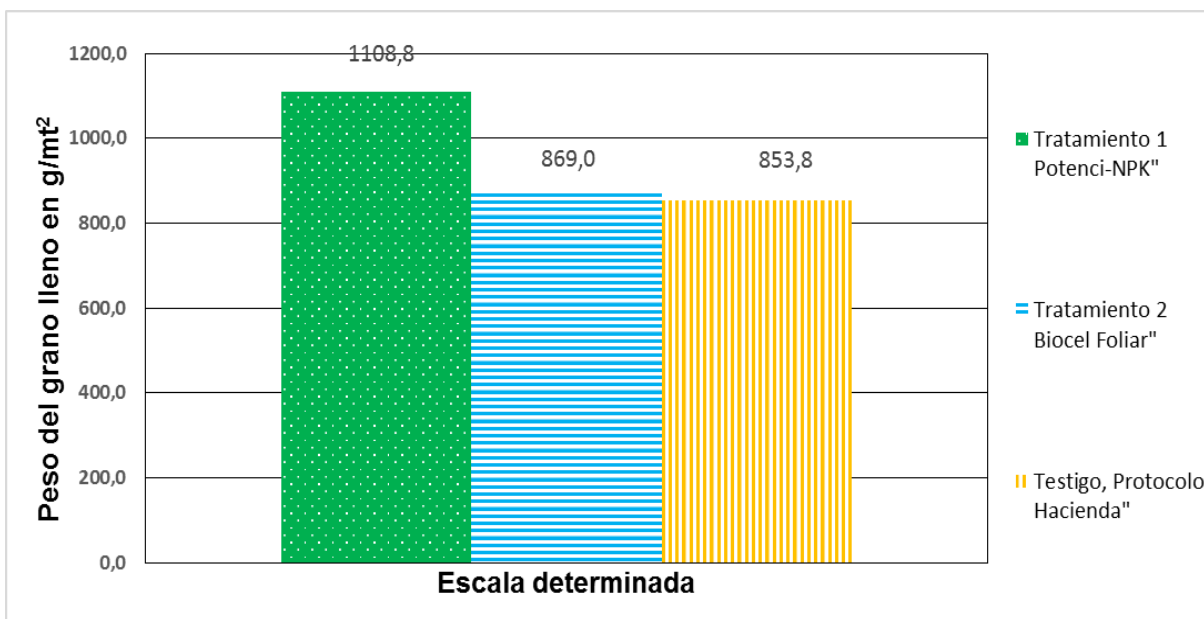
**Figura 28.** Gráfico que identifica el porcentaje de grano vano (Autor, 2017).

El gráfico relaciona el % de grano vano entre los tres módulos de siembra, donde se identifica que el tratamiento 2 fue el que presentó el dato más alto en esta variable, el testigo “protocolo de la hacienda” el segundo dato y el tratamiento 1 que contiene la propuesta de producto orgánico-mineral líquido presentó el más bajo de los tres. Evidenciando que disminuyó un poco el problema de la presencia de grano vano en el tratamiento 1 en comparación con los demás, ya que es un aspecto negativo para los cultivos de arroz, por sus características de pérdida en peso bruto del grano en cosecha.



**Figura 29.** Gráfico que identifica el promedio de espigas por  $mt^2$  (Autor, 2017).

El gráfico relaciona el promedio de espigas por  $mt^2$  entre los tres módulos de siembra, donde se identifica que el tratamiento 1 que contiene la propuesta de producto orgánico-mineral líquido fue el que presentó el dato más alto en esta variable, el tratamiento 2 el segundo dato y el testigo “protocolo de la hacienda” presentó el más bajo de los tres. Evidenciando el incremento en números de espigas en todo el módulo de siembra, que ayudó al cultivo de arroz a aumentar la capacidad de carga de grano por panícula en la fase de maduración.



**Figura 30.** Gráfico que identifica el promedio de grano lleno por  $\text{mt}^2$  (Autor, 2017).

El gráfico relaciona el promedio de grano lleno por  $\text{mt}^2$  entre los tres módulos de siembra, donde se identifica que el tratamiento 1 que contiene la propuesta de producto orgánico-mineral líquido fue el que presentó el dato más alto en esta variable, el tratamiento 2 el segundo dato y el testigo “protocolo de la hacienda” presentó el más bajo, pero sin una gran diferencia con el tratamiento 2. Evidenciando el incremento del grano lleno en todo el módulo de siembra con el tratamiento 1 de forma significativa, dado que los datos demuestran que las panículas lograron una carga y llenado destacado desde el comienzo de la floración hasta la fase final de la maduración.

#### 7.2.4 Datos estadísticos de rendimiento.

Los siguientes resultados expuestos en tablas son el producto final de la información registrada por cada tratamiento y analizadas con los métodos de estadística Anova y Tukey. También expresan la veracidad de los análisis y permite establecer si existe diferencia estadísticamente significativa referente a los datos de espigas por  $\text{mt}^2$ , grano lleno por  $\text{mt}^2$  y grano vano por  $\text{mt}^2$  en las tres pruebas ejecutadas en el cultivo de arroz variedad Fedearroz 60.

Es de destacar que para establecer el procedimiento estadístico de Tukey en las variables de respuestas programadas por la investigación, se utilizó una referencia numérica (ver **anexo 10**) que está dotada de los valores críticos para la prueba de Tukey que ayuda a identificar si los datos superan o no el HSD diferencia honestamente significativa de cada variable.

##### 7.2.4.1 Análisis de las variables encontradas de espigas por $\text{mt}^2$ .

**Tabla 18.** Resumen de las variables encontradas de espigas por  $\text{mt}^2$ .

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Máximo	Mínimo
Tratamiento 1 (A)	12	5627	468,9	1941,54	567	395
Tratamiento 2 (B)	12	5029	419,1	2290,45	505	341
Testigo (C)	12	4860	405,0	1787,82	467	349

**Nota.** Recopilación de datos transcendentales en los tres grupos (Autor, 2017).

La información representada en la anterior tabla, muestra un resumen detallado de los dos tratamientos y el testigo, donde “cuenta” significa la cantidad de muestras que se registraron por módulo de siembra y la varianza es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media, el máximo es el dato más alto registrado y el mínimo es el dato más bajo registrado en cada ensayo referente a la variable de espigas por  $\text{mt}^2$ .

**Tabla 19.** Análisis de Anova y Tukey para las variables encontradas de espigas por  $\text{m}^2$ .

<b>Análisis de varianza Anova.</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	27068,17	2	13534,08	6,74	0,0035	3,28
Dentro de los grupos	66217,83	33	2006,60			
Total	93286,0	35				
<b>Análisis de Tukey para la variable encontrada.</b>						
Diferencia Honestamente significativa			HSD =	44,5		
Valores críticos para la prueba de Tukey			Multiplicador	3,44		
Cuadrado del error medio			MSe=	2006,6		
Cantidad de muestras en las pruebas			n=	12		
<b>Comprobación.</b>						
<b>Observación:</b>	Prueba en cultivo de arroz variedad (Fedearroz 60)		Tratamiento	Tratamiento	Testigo	
			1	2		
Se presentaron resultados que superan el HSD.	Tratamiento 1	A		49,8	63,9	
	Tratamiento 2	B	-49,8		14,1	
	Testigo	C	-63,9	-14,1		

**Nota.** Análisis de varianza de un factor entre grupos y otro dentro de los grupos, determinando el HSD diferencia honestamente significativa y la comprobación entre grupos (Autor 2017).

El análisis de varianza de un factor tiene un nivel de confianza de 0,95 (95%) y por lo tanto un nivel de significancia del 0,05 (5%) según el rango de entrada que son los datos individuales de espigas por  $\text{m}^2$ . El resultado de la prueba F (Anova) y el valor P correspondiente (probabilidad) son importantes para tener datos que sirven para identificar diferencia entre los tratamientos y el testigo.

Analizar la varianza de un factor, teniendo en cuenta la suma de cuadrados dentro de los grupos y el resultado de grados de libertad dentro de los grupos, se obtiene el Mse cuadrado del

error medio. Lo anterior sirve como parámetro para calcular el HSD diferencia honestamente significativa de la prueba, para poder comparar los grupos que hacen la diferencia, utilizando los datos promedios (media) de cada uno, con la finalidad de restar el promedio de un grupo con relación al promedio de otro grupo de forma coherente. En esta variable de respuesta el resultado sobrepaso el HSD evidenciando que hay diferencia importante entre los siguientes grupos: A – B y A – C.

**Tabla 20.** Datos finales para la variable encontrada de espigas por  $\text{mt}^2$ .

Nivel de confianza del 95%	Valor prueba F	Valor P	Si/No
¿Existe diferencia estadística significativa en los datos de espigas por $\text{mt}^2$ en las tres pruebas?	6,74	0,0035	Si
<b>Hipótesis Nula:</b> El dato de espigas por $\text{mt}^2$ de las tres pruebas es igual, con 95% de confiabilidad.		0,05	
<b>Hipótesis Alternativa:</b> En al menos un grupo el resultado es distinto, con 95% de confiabilidad.	X		

**Nota.** El valor P (probabilidad) es menor que 0,05 con relación al nivel de confianza establecido, dando una respuesta afirmativa (SI) al interrogante planteado (Autor, 2017).

Como el valor P (probabilidad) es 0,0035 y está por debajo del nivel de significancia de 0,05 (5%), se rechaza la Hipótesis Nula y se selecciona la hipótesis Alternativa. Respondiendo positivamente al interrogante porque si existe diferencia estadísticamente significativa, dado que mínimo en uno de los grupos se presenta diferencia por encima del nivel de confianza de 95%.



### 7.2.4.2 Análisis de las variables encontradas de grano lleno (g) por $mt^2$ .

**Tabla 21.** Resumen de las variables encontradas de grano lleno (g) por  $mt^2$ .

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Máximo	Mínimo
Tratamiento 1 (A)	12	13306,1	1108,8	37481,66	1373	679,2
Tratamiento 2 (B)	12	10428,4	869,0	9469,42	1089,4	696,6
Testigo (C)	12	10246,0	853,8	10001,63	1023,5	700,3

**Nota.** Recopilación de datos trascendentales en los tres grupos (Autor, 2017).

La información representada en la anterior tabla, muestra un resumen detallado de los dos tratamientos y el testigo, donde “cuenta” significa la cantidad de muestras que se registraron por módulo de siembra y la varianza es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media, el máximo es el dato más alto registrado y el mínimo es el dato más bajo registrado en cada ensayo referente a la variable de grano lleno (g) por  $mt^2$ .

**Tabla 22.** Análisis Anova y Tukey para la variable encontrada de grano lleno (g) por  $mt^2$ .

<b>Análisis de varianza Anova.</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	491073,3	2	245536,65	12,93	0,000071	3,28
Dentro de los grupos	626479,7	33	18984,23			
Total	1117553,0	35				
<b>Análisis de Tukey para la variable encontrada.</b>						
Diferencia Honestamente significativa			HSD =	136,8		
Valores críticos para la prueba de Tukey			Multiplicador	3,44		
Cuadrado del error medio			MSe=	18984,2		
Cantidad de muestras en las pruebas			n=	12		

<b>Comprobación.</b>					
<b>Observación:</b> Se presentaron resultados que superan el HSD.	Prueba en cultivo de arroz variedad (Fedearroz 60)		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Testigo
			1	2	
			A	B	C
	Tratamiento 1	A		239,8	255,0
	Tratamiento 2	B	-239,8		15,2
	Testigo	C	-255,0	-15,2	

**Nota.** Análisis de varianza de un factor entre grupos y otro dentro de los grupos, determinando el HSD diferencia honestamente significativa y la comprobación entre grupos (Autor 2017).

El análisis de varianza de un factor tiene un nivel de confianza de 0,95 (95%) y por lo tanto un nivel de significancia del 0,05 (5%) según el rango de entrada que son los datos individuales de grano lleno (g) por  $mt^2$ . El resultado de la prueba F (Anova) y el valor P correspondiente (probabilidad) son importantes para tener datos que sirven para identificar diferencia entre los tratamientos y el testigo.

Analizar la varianza de un factor, teniendo en cuenta la suma de cuadrados dentro de los grupos y el resultado de grados de libertad dentro de los grupos, se obtiene el Mse cuadrado del error medio. Lo anterior sirve como parámetro para calcular el HSD diferencia honestamente significativa de la prueba, para poder comparar los grupos que hacen la diferencia, utilizando los datos promedios (media) de cada uno, con la finalidad de restar el promedio de un grupo con relación al promedio de otro grupo de forma coherente. En esta variable de respuesta el resultado sobrepasó el HSD evidenciando que hay diferencia importante entre los siguientes grupos: A – B y A - C

**Tabla 23.** Datos finales para la variable encontrada de grano lleno (g) por  $\text{m}^2$ .

Nivel de confianza del 95%	Valor prueba F	Valor P	Si/No
¿Existe diferencia estadística significativa en los datos de grano lleno (g) por $\text{m}^2$ en las tres pruebas?	12,93	0,000071	Si
<b>Hipótesis Nula:</b> El dato de grano lleno (g) por $\text{m}^2$ de las tres pruebas es igual, con 95% de confiabilidad.		0,05	
<b>Hipótesis Alterna:</b> En al menos un grupo el resultado es distinto, con 95% de confiabilidad.	X		

**Nota.** El valor P (probabilidad) es menor que 0,05 con relación al nivel de confianza establecido, dando una respuesta afirmativa (SI) al interrogante planteado (Autor, 2017).

Como el valor P (probabilidad) es 0,000071 y está por debajo del nivel de significancia de 0,05 (5%), se rechaza la Hipótesis Nula y se selecciona la hipótesis Alterna. Respondiendo positivamente al interrogante porque si existe diferencia estadísticamente significativa, dado que mínimo en uno de los grupos se presenta diferencia por encima del nivel de confianza de 95%.

#### 7.2.4.3 Análisis de las variables encontradas de grano vano (g) por $\text{m}^2$ .

**Tabla 24.** Resumen de las variables encontradas de grano vano (g) por  $\text{m}^2$ .

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	Máximo	Mínimo
Tratamiento 1 (A)	12	602,8	50,2	194,96	65	20,5
Tratamiento 2 (B)	12	636,7	53,1	477,90	83,4	14,5
Testigo (C)	12	592,0	49,3	388,55	75,7	18,2

**Nota.** Recopilación de datos transcendentales en los tres grupos (Autor, 2017).

La información representada en la anterior tabla, muestra un resumen detallado de los dos tratamientos y el testigo, donde “cuenta” significa la cantidad de muestras que se registraron por módulo de siembra y la varianza es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media, el máximo es el dato más alto registrado y el mínimo es el dato más bajo registrado en cada ensayo referente a la variable de grano vano (g) por  $\text{m}^2$ .

**Tabla 25.** Análisis Anova y Tukey para la variable encontrada de grano vano (g) por mt<sup>2</sup>.

<b>Análisis de varianza Anova.</b>						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	90,7	2	45,33	0,13	0,88	3,28
Dentro de los grupos	11675,5	33	353,80			
Total	11766,1	35				

<b>Análisis de Tukey para la variable encontrada.</b>		
Diferencia Honestamente significativa	HSD =	18,7
Valores críticos para la prueba de Tukey	Multiplicador	3,44
Cuadrado del error medio	MSe=	353,8
Cantidad de muestras en las pruebas	n=	12

<b>Comprobación.</b>					
Observación: No se presentaron resultados que superan el HSD.	Prueba en cultivo de arroz variedad (Fedearroz 60)		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Testigo
			A	B	C
	Tratamiento 1	A		-2,8	0,9
	Tratamiento 2	B	2,8		3,7
	Testigo	C	-0,9	-3,7	

**Nota.** Análisis de varianza de un factor entre grupos y otro dentro de los grupos, determinando el HSD diferencia honestamente significativa y la comprobación entre grupos (Autor 2017).

El análisis de varianza de un factor tiene un nivel de confianza de 0,95 (95%) y por lo tanto un nivel de significancia del 0,05 (5%) según el rango de entrada que son los datos individuales de grano vano (g) por mt<sup>2</sup>. El resultado de la prueba F (Anova) y el valor P correspondiente (probabilidad) son importantes para tener datos que sirven para identificar diferencia entre los tratamientos y el testigo.

Analizar la varianza de un factor, teniendo en cuenta la suma de cuadrados dentro de los grupos y el resultado de grados de libertad dentro de los grupos, se obtiene el Mse cuadrado del error medio. Lo anterior sirve como parámetro para calcular el HSD diferencia honestamente significativa de la prueba, para poder comparar los grupos que hacen la diferencia, utilizando los datos promedios (media) de cada uno, con la finalidad de restar el promedio de un grupo con relación al promedio de otro grupo de forma coherente. En esta variable de respuesta el resultado no sobrepaso el HSD evidenciando que no hay diferencia importante entre los grupos.

**Tabla 26.** Datos finales para la variable encontrada de grano vano (g) por  $mt^2$ .

Nivel de confianza del 95%	Valor prueba F	Valor P	Si/No
¿Existe diferencia estadística significativa en los datos de número de grano vano (g) por $mt^2$ en las tres pruebas?	0,13	0,88	No
<b>Hipótesis Nula:</b> El dato de grano vano (g) por $mt^2$ de las tres pruebas es igual, con 95% de confiabilidad.	X	0,05	
<b>Hipótesis Alternativa:</b> En al menos un grupo el resultado es distinto, con 95% de confiabilidad.			

**Nota.** El valor P (probabilidad) es mayor que 0,05 con relación al nivel de confianza establecido, dando una respuesta negativa (NO) al interrogante planteado (Autor, 2017).

Como el valor P (probabilidad) es 0,88 y está por arriba del nivel de significancia de 0,05 (5%), se rechaza la Hipótesis Alternativa y se selecciona la Hipótesis Nula. Respondiendo negativamente al interrogante porque no existe diferencia estadísticamente significativa, dado que en ninguno de los grupos se presenta diferencia por encima del nivel de confianza de 95%.

### 7.2.5 Análisis externos de la variedad de semilla de Arroz Fedearroz 60.

Por tanto, es pertinente relacionar los reportes externos de la variedad de Fedearroz 60 que es de gran aceptación por su rusticidad, su porte, vigor inicial rápido, grano largo y buen rendimiento, con los reportes obtenidos durante los ensayos realizados en el municipio de Piedras en la finca Las Cabras, para obtener datos estadísticos más relevantes.

La información recolectada durante otras investigaciones realizadas en el departamento del Tolima y los llanos de Colombia por parte de otros autores a lo largo de los últimos años “han demostrado que esta variedad es tolerante a *Rhizoctonia* siendo baja su severidad, el rendimiento fue excelente en las diferentes zonas y los parámetros de molinería presentan un grano excelso, transparente, largo y de buena apariencia” (El Universal, 2017). Permitiendo que se analice (ver **tabla 27** y **tabla 28**) un dato importante como es el rendimiento de Kg/Ha, que al momento de realizarle la conversión de g /mt<sup>2</sup> (ver **tabla 29**) puede ser analizado con los datos generados por la investigación en la variable de respuesta de grano lleno por mt<sup>2</sup>.

**Tabla 27.** Rendimiento de variedades de Fedearroz en el Tolima.

Zona	Rendimiento promedio durante 2011 (Kg/Ha)	Rendimiento promedio histórico (Kg/Ha)	Rendimiento con variedades Fedearroz (Kg/Ha)
	Ibagué: 7188 (-18%)	Ibagué: 8750	Fedearroz 60: 7813 Fedearroz lagunas Cl: 7188
Centro	Espinal: 7489	Espinal: 8125	Fedearroz 473: 8066 Fedearroz 60: 7894 Fedearroz 733: 7445 Fedearroz Chicalá: 6812 Fedearroz Lagunas: 6760 Fedearroz Mocarí: 6794

			Fedearroz 2000:	7534
			Fedearroz 473:	7424
			Fedearroz 60:	7379
			Fedearroz 733:	6572
			Fedearroz Mocarí:	6727
			Fedearroz 50:	6492
			Fedearroz Lagunas:	6230
			Fedearroz Chicalá:	5864
			<hr/>	
	Venadillo: 6610	Venadillo: 7154	Fedearroz 733:	6497
			Fedearroz Lagunas:	5909
			<hr/>	
	Saldaña: 6327	Saldaña: 7320	<b>Variedades Fedearroz:</b>	
			<b>6966</b>	
<b>Promedio</b>	<b>6903</b>	<b>7837</b>		

**Nota:** Datos de rendimiento de kg/Ha promedio, histórico y en las variedades de Fedearroz en los municipios de Ibagué, espinal, venadillo y Saldaña (Guzmán, 2012).

En la zona centro del país especialmente en el municipio de Ibagué -Tolima, se ha presentado el rendimiento promedio histórico (Kg/Ha) más representativo, mientras que en el municipio de Venadillo – Tolima se ha presentado el más bajo en cuanto a variedades de arroz en forma general. Por otro lado en el municipio del Espinal – Tolima se ha evidenciado el rendimiento más alto por parte de la variedad Fedearroz 60, mientras que el municipio de Venadillo –Tolima el rendimiento más bajo.

**Tabla 28.** Rendimiento de variedades de Fedearroz en los llanos de Colombia.

Zona	Rendimiento promedio durante 2011 (Kg/Ha)	Rendimiento promedio histórico (Kg/Ha)	Rendimiento con variedades Fedearroz (Kg/Ha)	
Llanos	Yopal seco: 4220 Yopal riego: 4460	Yopal seco: 4220 Yopal riego: 5240	Fedearroz 60:	5350
			Fedearroz 174:	5000
			Fedearroz 2000:	6200
			Fedearroz 369:	5250
			Fedearroz 50:	3400
			Fedearroz Lagunas:	5500
	Aguazul seco: 4370 Aguazul riego: 4760	Aguazul seco: 5220 Aguazul riego: 5200	Fedearroz Mocarí:	6000
			Fedearroz 60:	3125
			Fedearroz 174:	5312
			Fedearroz 369:	3750
			Fedearroz Lagunas:	5625
			Fedearroz Mocarí:	4062
Villavicencio seco: 3570 Villavicencio riego: 3340	Villavicencio seco: 5720 Villavicencio riego: 5040	Fedearroz 60:	3750	
		Fedearroz 174:	4375	
		Fedearroz 369:	3850	
		Fedearroz Lagunas:	5310	
		Fedearroz 60:	4050	
		Fedearroz 174:	5312	
Acacias seco: 3050 Acacias riego: 3870	Acacias seco: 5700 Acacias riego: 5260	Fedearroz Lagunas:	5187	
		Fedearroz Mocarí:	4612	
		Fedearroz 174:	5200	
		Fedearroz Lagunas:	5000	
		Fedearroz 60:	4050	
		Fedearroz 174:	5312	
<b>Promedio</b>	<b>Secano: 3912</b>	<b>Secano: 5518</b>	<b>Variedades Fedearroz:</b>	
	<b>Riego: 4106</b>	<b>Riego: 5272</b>	<b>4774</b>	

**Nota:** Datos de rendimiento de kg/Ha promedio, histórico y en las variedades de Fedearroz presentes en municipios de los departamentos de Casanare y Meta (Guzmán, 2012).

En los llanos de Colombia se maneja sistemas de producción de arroz seco y de riego, revelando que el municipio de Granada – Meta ha obtenido el rendimiento promedio histórico (Kg/Ha) más representativo en los dos sistemas de siembra, mientras que en el municipio de Yopal - Casanare se ha presentado el más bajo en el sistema seco y el municipio de Villavicencio se ha presentado el más bajo en el sistema riego en cuanto a variedades de arroz en forma general.



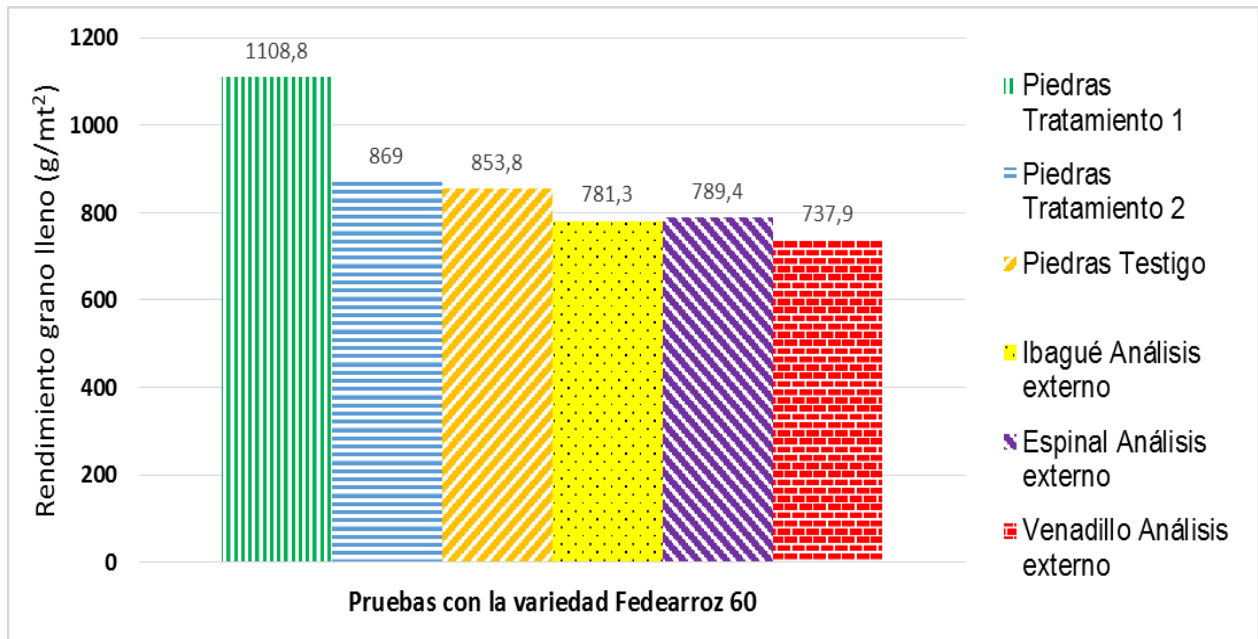
Por otro lado, en el municipio de Yopal se ha evidenciado el rendimiento más alto por parte de la variedad Fedearroz 60, mientras que el municipio de Aguazul el rendimiento más bajo.

**Tabla 29.** Rendimiento de grano lleno ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) de los tratamientos y otras investigaciones externas.

<b>Municipio</b>	<b>Pruebas con la variedad Fedearroz 60</b>	<b>Rendimiento de grano lleno (<math>\text{g}/\text{m}^2</math>)</b>
Piedras	Tratamiento 1	1108,8
Piedras	Tratamiento 2	869
Piedras	Testigo	853,8
Ibagué	Análisis externo	781,3
Espinal	Análisis externo	789,4
Venadillo	Análisis externo	737,9

**Nota.** Representa el promedio de la investigación realizada con los tratamientos y los datos de varias investigaciones externas ejecutadas en algunos municipios del Tolima (Guzmán, 2012 / Autor, 2017).

Los datos obtenidos en los tratamientos planteados por la metodología, muestran en esta variable de grano lleno ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) unos rendimientos más altos que los análisis externos realizados a la variedad de semilla Fedearroz 60 por parte de otros autores. Esto se debe a que hay una estadística más amplia en los análisis de resultados suministrados por Fedearroz, que hace que los datos se modifiquen drásticamente debido a factores como la falta de agua, clima, suelo, fertilización química y siembra en diferentes épocas del año “demanda atmosférica” mostrando datos muy distintos por periodos. También hay que tener presente que los datos de los tratamientos y el testigo son de 12 muestras de  $1 \text{ m}^2$  cada una y que representan cada módulo de siembra, para un total de 36 muestras en toda la prueba.



**Figura 31.** Gráfico de rendimiento de grano lleno (g/mt<sup>2</sup>) de los tratamientos y otras investigaciones externas (Guzmán, 2012 / Autor, 2017).

La grafica especifica que los tratamientos realizados en el municipio de Piedra – Tolima presentaron mejor rendimiento en la variable de respuesta de grano lleno (g/mt<sup>2</sup>), que los presentados por las investigaciones externas en los demás municipios del Tolima, con relación únicamente a la variedad de semilla Fedearroz 60.

## 8 Conclusiones.

- Las vinazas concentradas al 50% de sólidos totales logran una estabilización óptima para ser utilizadas en otros procesos productivos, ya que no se fermentan ni producen reacciones que generan gases como el CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S, como si lo hacen las vinazas líquidas que tienen niveles bajos de 4% de sólidos totales.
- Las vinazas cuando se concentran al 50% de sólidos totales y se enriquecen con macronutrientes y micronutrientes, pueden ser utilizadas como fertilizantes o enmiendas para labores agrícolas, porque brindan elementos esenciales para las plantas en general y no aportan contaminantes similares a los sí generados por la mayoría de los agroquímicos comerciales.
- La concentración de vinazas para fines agrícolas, ofrece una solución a la problemática de mala disposición de residuos por parte de las empresas que generan estos subproductos, porque si no se manejan de forma adecuada pueden causar posiblemente un impacto ambiental desfavorable en la zona de influencia.
- El tratamiento 1 que contiene el producto orgánico-mineral líquido con base a vinaza concentrada, fue el tratamiento que logro obtener el rendimiento mayor de espigas por mt<sup>2</sup>, mientras que el tratamiento 2 que posee el producto agrícola comercial presento el segundo rendimiento y por consecuencia el testigo mostro el rendimiento menor en comparación de los dos anteriores tratamientos según esta variable de respuesta.
- El tratamiento 1 que tiene el producto orgánico-mineral líquido con base a vinaza concentrada, fue el tratamiento que logro obtener la mayor cantidad de grano lleno por mt<sup>2</sup>, mientras que el tratamiento 2 con el producto agrícola comercial obtuvo el segundo rendimiento y por consecuencia el testigo mostro el rendimiento menor en comparación de los dos anteriores tratamientos según esta variable de respuesta.

## 9 Recomendaciones.

- Analizar las franjas de muestreo e identificar que posee una serie de condiciones aceptables para el desarrollo óptimo del cultivo de arroz, le ayudara al agricultor a establecer en el próximo ciclo de cultivo el tratamiento que logro los mejores resultados en cuanto a producción de espigas por  $\text{mt}^2$ , grano lleno por  $\text{mt}^2$ , porcentaje de grano vano entre otras variables.
- Utilizar en el protocolo del agricultor el producto orgánico-mineral líquido con base a vinaza, para mejorar el rendimiento de los cultivos de arroz que se establezcan en el futuro, como se evidencio según los resultados estadísticos hechos en la finca Las cabras.
- Realizar de nuevo los tratamientos planteados por el autor, pero utilizando otras variedades de semillas de arroz, para obtener más datos de rendimiento en otras condiciones de siembra y poder comparar más afondo los productos evaluados por la metodología proyectada por la presente tesis.
- Antes de utilizar una clase de vinaza en una mezcla para un cultivo de arroz, se debe tener los análisis básicos del subproducto; como es el pH, densidad a  $20^{\circ}\text{C}$ , porcentaje de solidos totales, conductividad eléctrica, entre otros, y se debe de tener la asesoría de un químico con la experiencia suficiente para formular, más un agrónomo para establecer el tipo de aplicaciones en el lugar.

## 10 Referencias bibliográficas.

- Álvarez, F. (2010). *Manual; Preparación y uso de Biol. Primera edición, p.13*. Recuperado de <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/Njc0.pdf>
- Ararat, M, C. (2006). *Efecto de la aplicación de residuos agroindustriales (SUST-PROT) en algunas propiedades físicas y químicas del suelo y su relación con la producción de maíz (Zea mays)* (tesis de posgrado) Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Archila L, C y Solórzano B, M. (2008). *Diseño y construcción de un dispositivo de almacenamiento térmico “banco de hielo por medio de serpentín” para procesos de alimentos, agroindustriales e industriales*. Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16662/T44.08%20A25d.pdf?sequence=1>
- CORTOLIMA. (2009). *Agenda Ambiental del Municipio de Piedras Documento Técnico*, p 36-38. Recuperado de [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/estudios/agendas/2009\\_Agenda\\_Ambiental\\_del\\_Municipio\\_de\\_Piedras.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/agendas/2009_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Piedras.pdf)
- Dobermann, A & Fairhurst, T. (2000). *Informaciones Agronómicas. Manejo del fosforo en arroz*, p.1. Recuperado de <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/.cuentasbajadas29092009/faca/docs/Noe/Noe/PASANTI A/fosforo.pdf>
- Dobermann, A & Fairhurst, T. (2001). *Informaciones Agronómicas. Manejo de potasio en arroz*, p.1. Recuperado de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/\\$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/31284BF1C88DB0D9852579A30078FA9F/$FILE/Manejo%20del%20K%20en%20arroz.pdf)
- Dobermann, A & Fairhurst, T. (2005). *Informaciones Agronómicas. Manejo del nitrógeno en arroz*, p.1. Recuperado de [https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/87091C6524B2ECB205257092005DB7FE/\\$file/Manejo+del+Nitr%C3%B3geno+en+Arroz.pdf](https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/87091C6524B2ECB205257092005DB7FE/$file/Manejo+del+Nitr%C3%B3geno+en+Arroz.pdf)

- El Universal. (2017). *Evalúan variedades de arroz*. Recuperado de <http://www.eluniversal.com.co/monteria-y-sincelejo/economica/evaluan-variedades-de-arroz>
- Fernández, F y Arregocés, O. (1980). *Guía de estudio: Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*. Cali, Colombia: El proyecto de cooperación UNDP/CIAT RLA 75/084.
- García A, O. y Rojas C, C. (2006). *Posibilidades de Uso de la Vinaza en la Agricultura de Acuerdo con su Modo de Acción en los Suelos*, p.3. Recuperado de [http://tecnicana.org/pdf/2006/tec\\_v10\\_no17\\_2006\\_p3-13.pdf](http://tecnicana.org/pdf/2006/tec_v10_no17_2006_p3-13.pdf)
- Gómez, D y Vásquez, M. (2011). *Abonos orgánicos. Serie producción orgánica de hortalizas de clima templado*, p.22. Recuperado de <http://www.metrocert.com/files/abonos%20organicos%2024-05-2011.pdf>
- González, C, D. (2015). *Caracterización de la arquitectura de la panícula y caracteres agronómicos en una población f2 entre dos tipos de planta de arroz (Oryza sativa L.) contrastante*. Recuperado de <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1597/1/CARACTERIZACION%20DE%20LA%20ARQUITECTURA%20DE%20LA%20PANICULA%20Y%20CARACTERES%20AGRONOMICOS%20EN%20UNA%20POBLACION%20F2%20EN.pdf>
- González, J y Rosero, M. (1981). *Guía de estudio: Morfología de la planta de arroz*. Cali, Colombia: La fundación W.K: Kellogg y el CIAT.
- Guzmán, G, M. (2012). *Vaneamiento del arroz en Colombia CIAT. Fedearroz – FNA. Diapositiva No 2 y 3*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/CIAT/vaneamiento-del-arrozencolombia>
- Holwerda, H. T. (2006). *Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate – SQM. CropKit*, p. 7-31. Recuperado de [www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop\\_Kit\\_Tomato\\_L-ES.pdf](http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf)
- Jaramillo, H. G. y Zapata, M. L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Universidad de Antioquia*, p.34. Recuperado de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>

- Martínez, V. R., Dibut, C. B. y Yoania R. C. (2010). *Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta*. Vol.31 No.3. La Habana. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000300009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000300009)
- Montealegre, M, R. (2011). *Plan de desarrollo municipio de piedras – Tolima*, p.11. Recuperado de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pd%20-%20plan%20de%20desarrollo%20-%20piedras%20-%20tolima%20-%202008%20-%202011.pdf>
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*, p.4. Recuperado de [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)
- Norma Técnica Colombiana 5167. (2004). *Productos para la industria agrícola productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas del suelo*, p. 2. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/138627365/NTC-5167-Apartes1-1-Norma-Para-Abonos-Organicos-y-Fertilizantes>
- Olmos, S. (2007). *Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz*. Cátedra de Cultivos II Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE, p.2. Recuperado de <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Oñate, M, A. (s.f). *Transformación del campo y crecimiento verde. Incidencias del vaneamiento en la producción de arroz seco, variedades fedearroz 60, 68 y 174 en la finca la escondida región de carimagua departamento del meta*, p.64.
- Sistema de Gestión Ambiental Comunitario, SIGAC. (2003). *Departamento del Tolima, división política administrativa*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Recuperado de [http://www.mapa-colombia.com/maps/colombia\\_mapas/m\\_Tolima.pdf](http://www.mapa-colombia.com/maps/colombia_mapas/m_Tolima.pdf)
- Torres, D. y Capote, T. (2014). *Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. Ecosistemas 13*, p.4. Recuperado de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/201-395-1-SM.pdf>

## 11 Anexos.

Anexo 1. Ficha técnica de Biocel Foliar.



**BIOCEL® FOLIAR**

### FICHA TÉCNICA

FERTILIZANTE PARA APLICACIÓN FOLIAR  
AL SUELO O MEDIANTE FERTIRRIGACION  
CONCENTRADO SOLUBLE  
USO AGRICOLA

REGISTRO DE VENTA ICA No. 5406

#### COMPOSICIÓN GARANTIZADA

Nitrogeno total (N)		6.60 g/L
Nitrógeno Ureico (N)	6.60 g/L	
Fósforo asimilable (PO <sub>5</sub> )		13.30 g/L
Potasio Soluble en Agua (K <sub>2</sub> O)		13.30 g/L
Calcio (CaO)		2.80 g/L
Magnesio (MgO)		6.40 g/L
Cobre (Cu)		13.30 g/L
Hierro (Fe)		17.20 g/L
Manganeso (Mn)		13.30 g/L
Zinc (Zn)		26.50 g/L
Carbono del Extracto Humico Total (CEHT)		65.2 g/L
Carbonato de Ácidos Fulvicos (CAF)	62.5g/L	

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Solubilidad en agua	Soluble
Aspecto	Líquido
Color	café oscuro
Olor	Característico
Densidad (gr/cc)	1.32 g/cm <sup>3</sup>
pH	2.25

PARA LA VENTA Y APLICACIÓN DE ESTE FERTILIZANTE ES RECOMENDABLE LA PRESCRIPCIÓN DE UN INGENIERO AGRÓNOMO CON BASE EN ANÁLISIS DE SUELO O DE TEJIDO FOLIAR.



**Anexo 2.** Ficha técnica del fertilizante orgánico-mineral Potenci-NPK.



### FICHA TÉCNICA

Fertilizante para aplicación foliar al suelo o mediante fertirrigación.

Registro de venta ICA No **XXXXXX**

COMPOSICIÓN GARANTIZADA		
Nitrógeno total	(N)	85,0 g/L
Potasio soluble en agua	(K2O)	120,0 g/L
Fósforo soluble en agua	(P2O5)	15,0 g/L
Carbono Orgánico Oxidable total		105,0 g/L
pH		4,78
Densidad a 20°C		1,27 g/ml
Conductividad Eléctrica	(1:200)	2,3 dS/m
Sólidos insolubles en agua		15,0 g/L
Humedad	(%)	54,0
Brix		48
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>		
Solubilidad en agua		
Aspecto líquido		
Color café oscuro		
		<b>Agitar antes de usar</b>

Para la venta y aplicación de este fertilizante orgánico mineral es recomendable el acompañamiento de un agrónomo con base en análisis de suelo o nutrición vegetal.

#### Instrucciones para un buen manejo del producto:

Potenci-NPK es un fertilizante complejo de origen orgánico que contiene una serie de macronutrientes y micronutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas. Todos estos componentes fortalecen los procesos metabólicos de los cultivos beneficiando el incremento en las cosechas y su estructura física.

**Anexo 3. Registro de producción de Potenci-NPK.**

		Empresa de insumos agrícolas Distin-Agro.		PAG. 1 DE 1			
No LOTE	NOMBRE DEL PRODUCTO	CANTIDAD, LITROS	FECHA				
<b>1. LIMPIEZA DEL TANQUE DE PRODUCCIÓN.</b> Realice la limpieza y enjuague del tanque de mezcla cada vez que se vaya a elaborar un producto diferente o cuando el Jefe lo autorice.							
HORA INICIO	HORA FINAL	OPERARIO					
Verifique que las válvulas de descargo del tanque de mezcla se encuentren cerradas antes de iniciar el cargue de los ingredientes.							
<b>2. CONDICIONES PREVIAS AL CARGUE DEL TANQUE DE PRODUCCIÓN.</b> Antes de iniciar el cargue del tanque de mezcla, verifique que todos los materiales requeridos para elaborar la fórmula estén disponibles. De otra manera, aliste los materiales.							
<b>3. CARGUE DEL TANQUE DE PRODUCCIÓN.</b> Adicione los ingredientes de la fórmula en la cantidad dada por el supervisor y en el orden estipulado por el protocolo productivo:							
HORA INICIO: _____		HORA FINAL: _____					
NOMBRE INGREDIENTE	No LOTE INGREDIENTE	CANTIDAD, Kg	Altura inicial, cm	Altura final, cm	OBSERVACIÓN	OPERARIO	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
<b>Nota 1:</b> Luego de cargar el ingrediente uno y dos al tanque de producción, prenda el agitador. <b>Nota 2:</b> Dejar en agitación la solución por 20 minutos adicionales luego de cargar el último ingrediente.							
<b>4. BALANCE DEL CARGUE, TANQUE DE PRODUCCIÓN.</b>							
VOLUMEN CARGADO, Kg		VOLUMEN CARGADO, L		OPERARIO			
<b>5. TOMA DE MUESTRA PARA LABORATORIO.</b> Lleve una muestra al laboratorio para análisis y otra como contramuestra.							
Brix	Densidad	pH	% Solidos	Nitrógeno	Potasio	Fosforo	Conductividad eléctrica.
<b>6. EMPAQUE Y ETIQUETADO DE LA PRODUCCIÓN.</b> Después de que el lote cumpla con las especificaciones, se empaqueta el producto y se etiqueta.							
					TIEMPO EMPAQUE		
VOLUMEN EMPAQUE, L	No Unidades	Cantidad total, L	Peso total, Kg	HORA INICIAL.	HORA FINAL.		
20							
4							
1							
<b>TOTAL</b>							
<b>OBSERVACIONES:</b> _____ _____							
<b>7. ESTIBADO EN BODEGA.</b> Después de que este identificado el producto se dispone en estibas y se embodega hasta el día de su salida comercial.							
<b>REVISADO Y APROBADO POR EL JEFE DE PRODUCCIÓN</b> _____							

# FITOLEX<sup>®</sup>

## Aminoácidos Libres de Origen Vegetal



### COMPOSICIÓN GARANTIZADA:

p/p

Nitrógeno Total (N).....	35,00 g/L
Fósforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).....	145,00 g/L
Potasio Soluble en agua (K <sub>2</sub> O).....	44,00 g/L
Calcio (CaO).....	1,00 g/L
Boro (B).....	1,50 g/L
Molibdeno (Mo).....	3,00 g/L
Zinc (Zn).....	2,50 g/L
Carbono Orgánico Oxidable.....	8 5,00 g/L
Aminoácidos Libres (16)* .....	190,00 g/L
pH en solución al 10%.....	2,97
Densidad a 20 °C.....	1,22 g/mL

\* Contiene los siguientes Aminoácidos (16): Glicina, Prolina, Hidroxiprolina, Acido Glutámico, Alanina, Arginina, Acido Aspartico, Lisina, Serina, Leucina, Valina, Treonina, Fenilalanina, Isoleucina, Metionina, Histidina.

### VENTAJAS DE FITOLEX<sup>®</sup>

- ☑ Retrasa el envejecimiento prematuro
- ☑ Uniformiza el crecimiento
- ☑ Aumenta el macollamiento
- ☑ Induce el cuajado de los frutos
- ☑ Mejora la absorción de los nutrientes
- ☑ Favorece la apertura estomática
- ☑ Recupera rápidamente a las plantas de fitotoxicidades
- ☑ Máxima precocidad y resistencia a condiciones adversas
- ☑ Presenta un contenido de 190 g/l de a.a. libres

### CULTIVO Y DOSIS

<b>ARROZ:</b>	Entre los 20 y 40 DDG	0.5 Litro /Ha.
	Proximo al espigamiento	0.5 Litro /Ha.
	En situaciones adversas	0.8 Litro /Ha.

<b>FLORES :</b> (Rosas, Clavel, pompon)	Suelo: 10L/Ha. cada 15 días
	Foliar: 1cc/L, dosis repetitivas.

Anexo 5. Planilla de registro de las variables tomadas en el cultivo de arroz.

PLANILLA DE REGISTRO					
Análisis realizado: TRATAMIENTO 1 CON PRODUCTO ORGANICO MINERAL					
Variedad de Arroz: FEDARROZ 60					
Fecha de siembra: 10 Y 11 DE NOVIEMBRE DEL 2016					
Lugar o predio: FINCA LAS CABRAS					
Municipio: DIEDRAS					
Departamento: TOLIMA					
Nombre del recolector de muestras: OSCAR ANDRES PUENTES MENA					
DATOS DEL GRANO DE ARROZ					
Fecha de la cosecha y tipo de tratamiento.	Muestra número.	Espigas por mt2.	Grano total (g) por mt2.	Grano lleno (g) por mt2.	Grano vano (g) por mt2.
7 y 10 DE MARZO DEL 2017  TRATAMIENTO ①	1	485	2080	2059.5	20.5
	2	440	706.7	679.2	27.5
	3	441	986.9	935.5	51.4
	4	443	2075.2	2015	60.2
	5	567	2246.1	2183.1	63
	6	494	2432.3	2373	59.3
	7	496	2334	2272.3	61.7
	8	442	2224.9	2178.7	46.2
	9	445	2063.4	2011.7	51.7
	10	500	2433.8	2368.8	65
	11	395	2131.2	2079.7	51.4
	12	479	2294.5	2249.6	44.9
Observación.	EN UNA DISTRIBUCIÓN DE 5 Ha.				
Recomendación.					

## PLANILLA DE REGISTRO

Análisis realizado: TRATAMIENTO 2 CON BIODEL FOLIAR  
 Variedad de Arroz: FEDEARROZ 60  
 Fecha de siembra: 10 Y 11 DE NOVIEMBRE DEL 2016  
 Lugar o predio: FINCA LAS CABRAS  
 Municipio: PIEDRAS  
 Departamento: TOLIMA  
 Nombre del recolector de muestras: OSCAR ANDRES PUENTES MENA

### DATOS DEL GRANO DE ARROZ

Fecha de la cosecha y tipo de tratamiento.	Muestra número.	Espigas por mt2.	Grano total (g) por mt2.	Grano lleno (g) por mt2.	Grano vano (g) por mt2.
7 Y 10 DE MARZO DEL 2017 TRATAMIENTO ②	1	341	714.3	696.6	17.7
	2	349	873.8	796.6	77.2
	3	505	851.7	837.2	14.5
	4	424	1153.7	1089.4	64.3
	5	420	973.8	934	39.8
	6	450	956.6	873.2	83.4
	7	444	903	836.1	66.9
	8	383	980.5	911.4	69.1
	9	412	891.3	850.3	41
	10	403	885.8	840.3	45.5
	11	478	1014.9	955.8	59.1
	12	430	865.7	807.5	58.2
Observación.	EN UNA DISTRIBUCIÓN DE 5 Ha.				
Recomendación.					

**Anexo 6.** Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza sin concentrar de Levapan S.A.



Calle 79 B No.70 - 16 Bogotá D.C.  
Teléfono: 2231999  
Telefax: 2234087  
e-mail: agrilab@etb.net.co

Página 1 de 1

**Laboratorio de Análisis Químicos  
Insumos Agrícolas**

**Registrado ante el ICA según Resolución 000584**

<b>Remitente</b>	LEVAPAN S.A. / Ing. Luis Antonio Jején Carrero		
<b>Identificación suministrada</b>	VINAZA SEPARADA # 5- LOTE 7-3168 PM-5		
<b>Descripción</b>	Líquido Café	<b>No. Laboratorio</b>	MO 15240
<b>Fecha de Ingreso</b>	31-may-13	<b>Fecha de Entrega</b>	14-may-13
<b>CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO LIQUIDO</b>			
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO ANALITICO
Carbono Orgánico Oxidable Total	17,2	g/L	WALKLEY-BLACK(NTC 5167)
pH	5,10		POTENCIOMÉTRICO
Densidad (20°C)	1,02	g/c.c.	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Conductividad Eléctrica (1:200)	0,20	dS/m	CONDUCTÍMETRO
Sólidos Insolubles	N.D.	g/L	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Nitrógeno Orgánico (NOrg)	1,78	g/L	MICRO-KJELDHAL (NTC 5167)
Fósforo Soluble (P2O5)	0,09	g/L	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Potasio Soluble (K2O)	6,20	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Calcio Soluble (CaO)	3,95	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Magnesio Soluble (MgO)	2,78	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Azufre Soluble(S-SO4)	3,17	g/L	TURBIDIMÉTRICO (NTC 5167)
Hierro Soluble	0,04	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Manganeso Soluble	46	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Cobre Soluble	2,9	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Zinc Soluble	5,7	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Boro Soluble	2,7	p.p.m	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Sodio Soluble	2,21	g/L	EMISIÓN DE LLAMA (NTC 5167)

**OBSERVACIONES: \*N.D. : NO DETECTADO**

1. Si usted tiene alguna inquietud, queja o reclamo sobre sus resultados, por favor comuníquese con el Director técnico o con el Coordinador de área.
2. El alcance de la responsabilidad de AGRILAB en el presente informe, se limita a la realización de los análisis de laboratorio relacionados y descritos anteriormente, más NO A GARANTIZAR los productos en su concepción, diseño, calidad y eficiencia.
3. Los resultados analíticos consignados en el presente informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente y no a otro(s) materiales de la misma procedencia.
4. La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 6 meses, luego será desechada.

ATENTAMENTE,

MYRIAM BENDECK LUGO  
Química Director Técnico PQ-1168

OSCAR J. PARRA CORTÉS  
Químico Industrial Coordinador de Área

**Anexo 7.** Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza concentrada de Levapan S.A.



Calle 79 B No. 70 - 16 Bogotá D.C.  
Teléfono: 2231999  
Telefax: 2234087  
e-mail: agrilab@etb.net.co

Página 1 de 1

**Laboratorio de Análisis Químicos  
Insumos Agrícolas**

**Registrado ante el ICA según Resolución 000584**

<b>Remitente</b>	<b>LEVAPAN S.A.</b>		
<b>Identificación suministrada</b>	<b>STOCK FERMENTADO - LOTE 0314-005</b>		
<b>Descripción</b>	Líquido Negro	<b>No. Laboratorio</b>	<b>MO 16755</b>
<b>Fecha de Ingreso</b>	16-abr-14	<b>Fecha de Entrega</b>	06-may-14
<b>CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO LIQUIDO</b>			
<b>PARÁMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>MÉTODO ANALÍTICO</b>
Carbono Orgánico Oxidable Total	195	g/L	WALKLEY-BLACK(NTC 5167)
pH	5,59		POTENCIOMÉTRICO
Densidad (20°C)	1,33	g/c.c.	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Conductividad Eléctrica	2,59	dS/m	CONDUCTÍMETRO
Sólidos Insolubles	61,0	g/L	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Nitrógeno (Norg+N-NH4+N-NH2)	19,3	g/L	SUMATORIA
Nitrógeno Orgánico (NOrg)	13,5	g/L	MICRO-KJELDHAL (NTC 5167)
Nitrógeno Amoniacal (N-NH4)	5,79	g/L	VOLUMÉTRICO (NTC 5167)
Fósforo Soluble en Agua (P2O5)	0,56	g/L	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Potasio Soluble en Agua (K2O)	97,7	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Calcio Soluble en Agua (CaO)	9,21	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Magnesio Soluble en Agua (MgO)	18,8	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Azufre Soluble en Agua(S-SO4)	9,56	g/L	TURBIDIMÉTRICO (NTC 5167)
Hierro Soluble en Agua	0,11	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Manganeso Soluble en Agua	556	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Cobre Soluble en Agua	4,1	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Zinc Soluble en Agua	75	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Boro Soluble en Agua	6,3	p.p.m	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Sodio Soluble en Agua	32,9	g/L	EMISIÓN DE LLAMA (NTC 5167)
Cobalto	N.D.	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Sílice total SiO2 (líquido soluble en HF)	6,8	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Molibdeno	3,6	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)

**OBSERVACIONES: \*N.D. : NO DETECTADO**

1. Si usted tiene alguna inquietud, queja o reclamo sobre sus resultados, por favor comuníquese con el Director técnico o con el Coordinador de área.
2. El alcance de la responsabilidad de AGRILAB en el presente informe, se limita a la realización de los análisis de laboratorio relacionados y descritos anteriormente, más **NO A GARANTIZAR** los productos en su concepción, diseño, calidad y eficiencia.
3. Los resultados analíticos consignados en el presente informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente y no a otro(s) materiales de la misma procedencia.
4. La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 6 meses, luego será desechada.

**ATENTAMENTE,**

MYRIAM BENDECK LUGO  
Química Director Técnico PQ-1168

OSCAR J. PARRA CORTÉS  
Químico Industrial Coordinador De Área

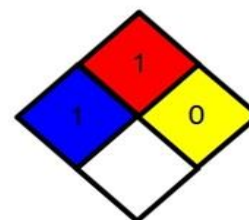
Anexo 8. Especificaciones de la vinaza concentrada del ingenio Manuelita S.A.



**Manuelita S.A**

**VINAZA LIQUIDA**

Rótulo NFPA



**COMPOSICIÓN DE NUTRIENTES**

ANALISIS		UNIDADES	RESULTADO
pH			4.85
Brix		°Brix	50.0
Gravedad Especifica		mg/ml	1.237
Densidad		Kg/L	1.225
Conductividad Eléctrica (1:200)		dS/m	2.03
Sólidos Insolubles en agua		g/L	43
Carbono Orgánico Oxidable Total.		g/L	212
Fósforo Soluble en agua	P2O5	g/L	1
Nitrógeno total	N	g/L	32.2
Sólidos totales		%	49
Calcio	Ca	%	1.29
Potasio	K	%	3.0 - 4.5
Magnesio	Mg	%	0.75
Sodio	Na	%	0.19
Relación Acidez Alcalinidad	Ras	me/L	3.29
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	me/L	1859.23
Acido Carbónico	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	me/L	296.55
Sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	me/L	678.53



**Anexo 9.** Caracterización y composición de material orgánico líquido de la vinaza concentrada de una empresa de levadura en Venezuela.



Calle 79 B No. 70 - 16 Bogotá D.C.  
Teléfono: 2231999  
Telefax: 2234087  
e-mail: agrilab@etb.net.co

Página 1 de 1

**Laboratorio de Análisis Químicos  
Insumos Agrícolas**

**Registrado ante el ICA según Resolución 000584**

<b>Remitente</b>	<b>LUIS ANTONIO JEJEN</b>		
<b>Identificación suministrada</b>	<b>VINAZA CONCENTRADA VENEZUELA M6 - BRIX = 58,22</b>		
<b>Descripción</b>	Líquido Negro	<b>No. Laboratorio</b>	<b>MO 15480</b>
<b>Fecha de Ingreso</b>	26-jul-13	<b>Fecha de Entrega</b>	05-ago-13
<b>CARACTERIZACIÓN Y COMPOSICIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO LIQUIDO</b>			
<b>PARAMETRO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>METODO ANALITICO</b>
Carbono Orgánico Oxidable Total	172	g/L	WALKLEY-BLACK(NTC 5167)
pH	5,11		POTENCIOMÉTRICO
Densidad (20°C)	1,25	g/c.c.	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Conductividad Eléctrica (1:200)	1,54	dS/m	CONDUCTÍMETRO
Sólidos Insolubles	15,0	g/L	GRAVIMÉTRICO (NTC 5167)
Nitrógeno (Norg+N-NH4+N-NH2)	12,6	g/L	SUMATORIA
Nitrógeno Orgánico (NOrg+N-NH2)	11,5	g/L	MICRO-KJELDHAL (NTC 5167)
Nitrógeno Amoniacal (N-NH4)	1,10	g/L	VOLUMÉTRICO (NTC 5167)
Fósforo Soluble en Agua (P2O5)	0,90	g/L	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Potasio Soluble en Agua (K2O)	62,1	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Calcio Soluble en Agua (CaO)	12,5	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Magnesio Soluble en Agua (MgO)	12,3	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Azufre Soluble en Agua(S-SO4)	8,06	g/L	TURBIDIMÉTRICO (NTC 5167)
Hierro Soluble en Agua	0,48	g/L	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Manganeso Soluble en Agua	217	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Cobre Soluble en Agua	20	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Zinc Soluble en Agua	4,6	p.p.m	ABS. ATÓMICA (NTC 5167)
Boro Soluble en Agua	8,1	p.p.m	COLORIMÉTRICO (NTC 5167)
Sodio Soluble en Agua	11,6	g/L	EMISIÓN DE LLAMA (NTC 5167)

**OBSERVACIONES:**

1. Si usted tiene alguna inquietud, queja o reclamo sobre sus resultados, por favor comuníquese con el Director técnico o con el Coordinador de área.
2. El alcance de la responsabilidad de AGRILAB en el presente informe, se limita a la realización de los análisis de laboratorio relacionados y descritos anteriormente, más NO A GARANTIZAR los productos en su concepción, diseño, calidad y eficiencia.
3. Los resultados analíticos consignados en el presente informe corresponden exclusivamente a la muestra enviada por el cliente y no a otro(s) materiales de la misma procedencia.
4. La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 6 meses, luego será desechada.

ATENTAMENTE,

MYRIAM BENDECK LUGO  
Química Director Técnico PQ-1168

OSCAR J. PARRA CORTÉS  
Químico Industrial Coordinador de Área

**Anexo 10.** Valores críticos para la prueba de Tukey.

v <sub>2</sub> ↓	α ↓	v <sub>1</sub>									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46

$v_2$ ↓	$\alpha$ ↓	$v_1$									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	0.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	0.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	0.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	0.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	0.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	0.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	0.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	0.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	0.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	0.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	0.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	0.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	0.01	3.70	4.10	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
$\infty$	0.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	0.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23